نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۱۳، شماره ۲، ۱۴۰۰، صفحات ۴۱۷-۴۳۰

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 13, Issue 2, 2021, Pages 417-430
DOI: 10.22092/ijwmse.2020.342231.1776

امکان‌سنجی پایش حوزه آبخیز با کمک شهروندان آبخیزنشین، مطالعه موردی: آبخیز چهل‌چای استان گلستان

مریم سنجری بنستانی[۱]، واحدبردی شیخ[*۲]، آرش زارع گاریزی[۳] و آمنه آورند[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲] دانشیار، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳] استادیار، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و [۴] دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه پیام نور، واحد تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۸

چکیده

هدف از این پژوهش، امکان‌سنجی پایش متغیرهای بارش، دما و تراز آب رودخانه در حوزه آبخیز چهل‌چای با مشارکت شهروندان است. حوزه آبخیز چهل‌چای جزء حوضه‌های کوهستانی استان گلستان می‌باشد. این حوزه آبخیز به‌عنوان یکی از پرچالش‌ترین حوزه‌های آبخیز استان در کانون توجه مسئولان و مدیران استان قرار دارد. بدین منظور، با طراحی و ساخت ادوات ساده و ارزان قیمت، متغیرهای مذکور به‌وسیله افراد داوطلب (شش نفر شامل دو دانش‌آموز، سه شهروند زن و یک شهروند مرد) به‌مدت پنج ماه اندازه‌گیری شد. داده‌های ثبت شده، از طریق فرم‌های کاغذی و تلفن همراه (پیامک، شبکه اجتماعی واتساپ و تلگرام) به‌وسیله شهروندان به اشتراک گذاشته شد. برای ارزیابی و صحت‌سنجی داده‌ها، از آزمون‌های همبستگی، t جفتی و ضریب کاپا بین داده‌های برداشت شده به‌وسیله شهروندان و ایستگاه‌های هواشناسی موجود در منطقه استفاده شد. نتایج نشان داد که میانگین داده‌های ثبت شده به‌وسیله شهروندان در مقایسه با ایستگاه‌ها تفاوت معنی‌داری ندارد. شهروند زن با مدرک تحصیلی لیسانس، بیشترین تعداد ثبت داده را داشته، داده‌های ثبت شده به‌وسیله ایشان همبستگی بالایی با ایستگاه‌های رسمی پایش متغیرهای دما و بارش داشته است و شهروند مرد متصدی اداره منابع طبیعی کمترین تعداد ثبت داده را داشته، پائین‌ترین همبستگی بین داده‌های ثبت شده به‌وسیله ایشان و داده‌های ایستگاه‌های رسمی وجود داشته است. در مجموع، عملکرد خوب شهروندان (به‌ویژه زنان) در پایش آبخیز امیدوارکننده بوده، می‌توان به کمک آنان داده‌های قابل اعتماد، به‌موقع و طولانی‌مدت جمع‌آوری کرد و کمبود داده به‌ویژه در مناطق کوهستانی دورافتاده را جبران کرد و فرایند تصمیم‌گیری و مدیریت آبخیزها را تسهیل کرد.

واژه‌های کلیدی: پایش مشارکتی، جمع‌سپاری، ذی‌نفعان حوزه آبخیز، علم شهروندی، کمبود داده

مقدمه

هیدرولوژی علمی است که تصمیم‌گیری‌ها در مورد منابع آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مبتنی بر ارزیابی خطرات ناشی از آب مانند سیل و خشکسالی است، اما با وجود اهمیت ویژه‌ای که در جامعه دارد، این حوزه علمی با کمبود حاد اطلاعات در هر دو گستره مکانی و زمانی مواجه است (Hannah و همکاران، ۲۰۱۱). پایش هیدرولوژیکی مبتنی بر

[*] مسئول مکاتبات: v.sheikh@yahoo.com

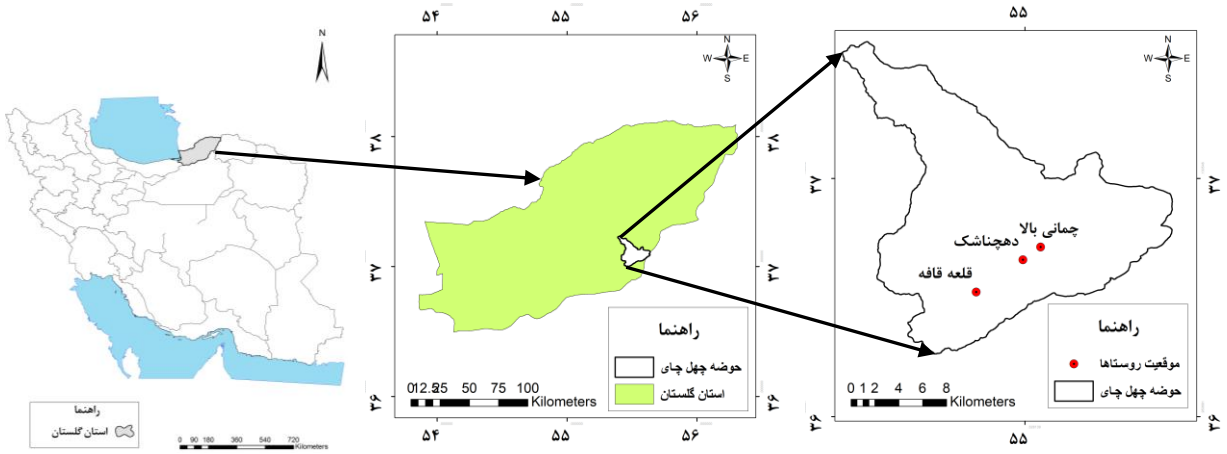
مشاهدات در تصمیم‌گیری و مدیریت پایدار منابع آب ضروری است. با توجه به پایگاه داده‌ای هیدرولوژیکی محدود، لزوم استفاده از روش‌های جایگزین برای جمع‌آوری داده‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. این امر در کشورهای جهان سوم و کم‌درآمد به‌دلیل محدودیت اطلاعات و مشکل و هزینه بر بودن فرایند سیستماتیک پایش بیشتر به چشم می‌خورد (Wilson و همکاران، ۲۰۱۸). لذا، داده‌های جمع‌آوری شده به‌وسیله جوامع محلی و داوطلب و پایش از طریق مردم یک روش موثر در این زمینه تلقی می‌شود (Silvertown، ۲۰۰۹). بنابراین، یک نیاز رو به رشد در سراسر جهان برای جمع‌آوری داده‌های مقرون به صرفه در تولید دانش برای مدیریت پایدار منابع طبیعی احساس می‌شود (Buytaert و همکاران، ۲۰۱۶). این نیاز به توسعه رویکردهای نوین برای جمع‌آوری و پایش داده‌های زیست‌محیطی در توجهات روزافزون اخیر به دانش شهروندان منعکس شده است. طی دو دهه گذشته، علم شهروندی در سراسر جهان به‌عنوان یک رویکرد نویدبخش برای پایش درازمدت تغییرات محیطی محلی و جهانی، محبوبیت زیادی کسب کرده است (McKinley و همکاران، ۲۰۱۷). پروژه‌های علمی شهروندی به یک رویکرد محبوب و مورد توجه در تحقیقات و حفاظت از علوم تبدیل شده است. به‌دلیل تعامل عمومی، ذی‌نفعانی که برنامه‌های تحقیقاتی را انجام می‌دهند، همواره می‌توانند داده‌ها را جمع‌آوری کرده، نظرسنجی‌های گسترده را با استفاده از داوطلبان انجام دهند (Dickinson و همکاران، ۲۰۱۰). پروژه‌های علمی مختلفی در زمینه علم شهروندی وجود دارد که به‌عنوان مثال می‌توان به حذف و پایش گونه‌های مهاجم، بررسی صخره‌های مرجانی، سوابق اطلاعات کهکشانی، مشاهده پرندگان شهری و پایش دبی رودخانه‌ها اشاره کرد (Black، ۲۰۰۹). این پروژه‌ها گزارش‌های علمی بسیاری را برای بهبود سیاست‌های محیط زیستی به دولت‌ها ارائه می‌دهند (Conrad و Hilchey، ۲۰۱۱). بنابراین، شرکت‌کنندگان یا به اصطلاح "دانشمندان شهروند" نقش مهمی در تحقیقات علمی دارند (Cooper و همکاران، ۲۰۰۷؛ Lakshminarayanan، ۲۰۰۷). علاوه‌بر مشارکت‌های علمی، تغییر دیدگاه مردم هنگام فعالیت به‌عنوان دانشمند شهروند نیز از ابعاد مهم تحقیقات محسوب می‌شود. با این حال، تحقیقات اندکی به ارزیابی چگونگی تغییر نگرش، رفتار، دانش و سواد محیطی شرکت کنندگان پرداخته‌اند (Bell و همکاران، ۲۰۰۸). علم شهروندی فرایندی است که شهروندان در آن به‌عنوان محقق درگیر تحقیق هستند و به‌عنوان پلی بین دانشمندان و مردم عام محسوب می‌شوند (Kruger و Shannon، ۲۰۰۰). علم شهروندی فرصتی برای ارتباط مردم با طبیعت و دستیابی به اطلاعات مورد نیاز است (Larson و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین، علم شهروندی یکی از بهترین راه‌ها برای مشارکت مردم در تحقیقات محیط زیستی و افزایش آگاهی و دانش آن‌ها در این زمینه است (Hsu و همکاران، ۲۰۱۸). در سال‌های اخیر، مطالعات متعددی در زمینه علم شهروندی در نقاط مختلف جهان انجام شده است.

در ایالت کلرادوی آمریکا با مشارکت بیش از ۱۰۰۰ نفر آموزش دیده از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۴، متغیر بارش به‌مدت هفت سال اندازه‌گیری شد و از طریق وب‌سایت، داده‌ها مبادله شد و نتایج نشان داد، مشارکت شهروندان می‌تواند نقش موثری در تحقیقات علمی داشته باشد (Cifelli و همکاران، ۲۰۰۵). در یک پروژه مشارکتی در کشور هلند متغیر بارش در ۶۴ نقطه به مدت حدود چهار ماه پایش شد. در این پروژه، ایستگاه‌های هواشناسی شخصی با سامانه عامل‌های آنلاین پیوند داده شدند تا مقادیر اندازه‌گیری شده بارندگی به‌صورت برخط ثبت و گزارش شوند. نتایج نشان داد که تعداد زیاد ایستگاه‌های هواشناسی شخصی متصل به اینترنت می‌تواند برای پایش موفقیت‌آمیز بارندگی به‌وسیله شهروندان استفاده شود (De Vos و همکاران، ۲۰۱۷). پروژه‌ای تحت عنوان پایش سطح آب در عربستان سعودی با مشارکت شهروندان انجام شد. در این پروژه، ۱۶ قطعه فیلم YouTube از نقاط مرجع مناسب برداشت و مبادله شد. سپس، از روی فیلم‌ها تراز سطح آب تخمین زده شد و روند تغییرات سطح آب با گذشت زمان ردیابی شد (Michelsen و همکاران، ۲۰۱۶). Hajmohammadi و همکاران (۲۰۱۷) در شهرستان فیروزکوه پژوهشی با عنوان تحقیق مشارکتی و قابلیت

کاربرد آن در تعیین وضعیت سلامت رودخانه دلیچای با کمک جوامع محلی داوطلب انجام دادند. در این پژوهش، برای تعیین شاخص‌های کیفیت آب رودخانه در دو فصل بهار و زمستان با کمک جوامع محلی نمونه‌برداری انجام شده، به آزمایشگاه منتقل شده است. آن‌ها نتیجه‌گیری کردند، مشارکت فعال جوامع محلی در پروژه‌ها، باعث افزایش موفقیت پروژه‌ها شده، به‌تبع آن حفاظت و بهره‌برداری صحیح از منابع طبیعی امکان‌پذیر می‌شود. کیفیت آب در آمریکا به‌وسیله ۱۵۰ نفر داوطلب آموزش دیده در ۶۶ سایت طی دوره زمانی دو سال نمونه‌برداری و پایش شد و به آزمایشگاه انتقال داده شد. نتایج نشان داد که با جمع‌آوری داده‌های شهروندی روند تصمیم‌گیری در بخش منابع آب را می‌توان با مشارکت داوطلبان بهبود بخشید (Stepenuck و همکاران، ۲۰۱۱). در برنامه دانش شهروندی FreshWater Watch حدود ۱۱۹۲ نمونه از ۴۶ دریاچه در شش کشور واقع در مناطق اقلیمی معتدل جهان به‌وسیله ۱۲۰ داوطلب آموزش دیده از طریق علم شهروندی جمع‌آوری شد. داده‌های مشاهده‌ای جمع‌آوری شده به‌وسیله شهروندان، نشان داد که قابلیت اعتماد داده‌های جمع‌آوری شده درباره کیفیت آب و شناسایی مسائل مربوط به آلودگی آب قابل قبول است. بنابراین، این نتیجه استخراج شد که علم شهروندی می‌تواند در تکمیل اقدامات پایش تأثیر زیادی داشته باشد و شهروندان محلی باید این توانایی را داشته باشند که مأمور منابع آب شیرین محلی خود شوند (Thornhill و همکاران، ۲۰۱۸). Thornhill و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از داده‌های علم شهروندی و برنامه نرم‌افزار کاربردی FreshWater Watch برای شناسایی شاخص‌های کلیدی و کنترل‌های بالقوه برای بررسی کیفیت آب در کلان شهرهای شانگهای، گوانگژو و هنگ‌کنگ استفاده کردند. ارتباطات جزئی برای تعیین روابط بین داده‌های پیش‌بینی شده، داده‌های اندازه‌گیری شده کیفیت آب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که داده‌های اندازه‌گیری شده فردی، در پایش کیفیت آب مؤثر است. شهروندان با استفاده از دامنه وسیعی از دستگاه‌ها و فناوری‌های شخصی (از جمله موبایل و تبلت)، رسانه‌های اجتماعی و تکنیک‌های جدید می‌توانند با سهولت بیشتری در توسعه علمی و تحقیقات مشارکت کنند و اطلاعات مورد نیاز را در اختیار محققان و سازمان‌های مربوطه قرار دهند. علم شهروندی این پتانسیل را دارد که ایجاد دانش و شواهد مبتنی بر علم را تقویت کند و در مدیریت منابع طبیعی نقش ویژه‌ای داشته باشد. با توجه به اینکه بیشتر حوزه‌های آبخیز کشور با کمبود اطلاعات و مشکل ثبت داده برای انجام پروژه‌های علمی-تحقیقاتی و اجرایی مواجه است، لذا، این پژوهش با هدف امکان‌سنجی کاربرد علم شهروندی در پایش متغیرهای کلیدی هواشناسی و هیدرولوژی و مشارکت مردم در برنامه‌های تحقیقات مشارکتی در زمینه محیط زیست و منابع طبیعی در حوزه آبخیز چهل‌چای به‌صورت یک مطالعه موردی انجام شد. با توجه به این‌که تا کنون پژوهش‌های اندکی در این زمینه در کشور انجام شده است و همچنین، وجود مشکلاتی که محققان در دسترسی به داده‌های مورد نیاز خود با گستره زمانی و مکانی مناسب به‌ویژه از مناطق کوهستانی و دور افتاده کشور روبرو هستند، بدیهی است که پژوهش فوق می‌تواند اهمیت این موضوع را بیشتر نمایان کند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: حوزه آبخیز چهل‌چای یکی از سرشاخه‌های مهم گرگان‌رود محسوب می‌شود که مشکلات طبیعی متعددی از جمله فرسایش خاک، جاری شدن سیلاب و مهاجرت اجباری بر اثر تخریب منابع تولید آن را تهدید می‌کند. مساحت این حوزه آبخیز حدود ۲۵ هزار هکتار است و از نظر توپوگرافی جزء حوضه‌های کوهستانی با کمینه ارتفاع ۱۸۰ متر و بیشینه ارتفاع ۲۵۵۰ متر است. کاربری غالب آن جنگل (۶۴ درصد) و اراضی زراعی (۳۴ درصد) است. این حوزه آبخیز به‌عنوان یکی از پرچالش‌ترین حوزه‌های آبخیز استان در کانون توجه مسئولان و مدیران استان قرار دارد. در این مطالعه، روستاهای چمانی بالا، ده‌چناشک و قلعه‌قافه به‌علت نزدیکی به ایستگاه هواشناسی نراب (دما) و ایستگاه باران‌سنجی قلعه قافه (باران) انتخاب شدند تا مقایسه داده‌های برداشت شده به‌وسیله شهروندان با ایستگاه‌های مذکور مقدور باشد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان گلستان

روش پژوهش: در این پژوهش، طرح تحقیق شامل پنج مرحله اصلی است. تحلیل جامعه هدف، انتخاب پایشگران داوطلب، انتخاب متغیرهای مورد پایش، تهیه یا ساخت ابزارهای اندازه‌گیری و تعیین محل نصب و نحوه اخذ و ارسال داده که در ادامه این مراحل به اختصار توضیح داده می‌شوند.

تحلیل جامعه هدف: در این مرحله، جوامع آبخیزنشین از ابعاد گوناگون مرتبط با فرایند و الزامات پایش مورد بررسی قرار گرفت و افراد دارای پتانسیل پایشگری با همکاری تسهیل‌گر اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری گلستان در حوزه آبخیز چهل‌چای شناسایی شدند. با توجه به شرایط اجتماعی غالب در روستاهای کوهستانی و عدم حضور مستمر مردان در محل زندگی، زنان و گروه‌های دانش‌آموزی به‌طور خاص مورد توجه قرار گرفت.

انتخاب پایش‌گران داوطلب: از بین جوامع آبخیزنشین، پایش‌گران داوطلب انتخاب شدند و در قالب کارگاه آموزشی یک‌روزه آموزش داده شدند. سعی شد تا اقشار مختلف جامعه مشارکت داده شوند و بیشتر از شهروندانی استفاده شود که حس مسئولیت‌پذیری و مشارکتی بالایی داشته، حضور بیشتری در محل یا نزدیکی محل نصب تجهیزات داشته باشند. بنابراین، از هر روستا، دو شهروند و مجموعا شش داوطلب انتخاب شدند که شامل یک دانش‌آموز پسر، یک دانش‌آموز دختر، سه زن با مدارک تحصیلی لیسانس، دیپلم و سیکل و یک مرد (متصدی اداره منابع طبیعی و آبخیزداری قلعه قافه) است. مردان با توجه به شرایط کاری خودشان، بعد از آشنا شدن با ابعاد کار پایش پیشنهادی از پذیرش مسئولیت پایش خودداری کردند و زنان و دانش آموزان را برای این کار پیشنهاد دادند. حتی یکی از مردان که مسئولیت پایش در یک نقطه را پذیرفته بود، بعد از گذشت دو هفته مسئولیت آن را به یکی از خویشاوندان زن محول کردند.

انتخاب متغیرهای مورد پایش: گام بعدی، تعیین متغیرهایی است که بتوان آن‌ها را با مشارکت آبخیزنشینان اندازه‌گیری و پایش کرد. از بین طیف گسترده‌ای از متغیرهای محیطی، دما، بارش و تراز آب رودخانه انتخاب شدند. معیار اصلی انتخاب متغیرها، کم‌هزینه بودن و سهولت اندازه‌گیری است به‌طوری‌که جامعه هدف (افراد معمولی و بدون دانش کارشناسی) بتوانند به سهولت و با صرف زمان اندک امور اندازه‌گیری، ثبت و گزارش را انجام دهند.

تهیه یا ساخت ابزارهای اندازه‌گیری و تعیین محل نصب:

دماسنج: در این تحقیق، شش دماسنج کمینه-بیشینه و شش دماسنج معمولی تهیه شد و به هر شهروند یک دماسنج کمینه-بیشینه و یک دماسنج معمولی برای پایش شاخص‌های دمایی داده شد تا در محل‌های تعیین‌شده نصب شود. همچنین، تعداد شش اتاقک چوبی برای محافظت از دماسنج در برابر تابش نور مستقیم آفتاب و کاهش خطای اندازه‌گیری ساخته شد و در فاصله مناسب از موانع بلند اطراف نصب شدند (شکل ۲).

(الف) (ب) (ج)

شکل ۲- تصاویر مربوط به الف) ساخت و رنگ‌آمیزی اتاقک دماسنج، ب) نصب اتاقک‌ها در مناطق تعیین شده و ج) آموزش نوشتاری نحوه قرائت دماسنج به زبان ساده و قابل فهم برای شهروندان

باران‌سنج: با توجه به گران بودن باران‌سنج‌ها و عدم تامین اعتبار پژوهشی کافی برای انجام این تحقیق، باران‌سنج‌های ساده‌ای با الگوبرداری از مفاهیم و الزامات سنجش باران ساخته شد و تا حد ممکن از ابزار بسیار ساده، ارزان قیمت و در دسترس برای ساخت باران‌سنج‌ها استفاده شد. به همین دلیل، با استفاده از لوله‌های PVC و قیف پلاستیکی و همچنین، رعایت نسبت ۱۰ به یک بین قطر دهانه باران‌گیر (استوانه بیرونی) و قطر لوله مدرج پلاستیکی (استوانه درونی) سعی شد، همانند باران‌سنج‌های استاندارد، خطای اندازه‌گیری مقادیر کم بارش کاهش یابد و دقت اندازه‌گیری افزایش یابد. بنابراین، تعداد شش باران‌سنج (سه باران‌سنج کوچک و سه باران‌سنج در اندازه استاندارد) ساخته و به هر شهروند یک عدد تحویل داده شد و با کمک آن‌ها در محل‌های مشخص شده نصب شد (شکل ۳).

(الف) (ب) (ج)

شکل ۳- الف و ب) باران‌سنج‌های ساخته شده با استفاده از وسایل ساده و ارزان قیمت و ج) آموزش طریقه اندازه‌گیری و ثبت داده‌های بارش به شهروندان

اشل: برای اندازه‌گیری تراز سطح آب سه اشل با استفاده از قوطی آلومینیومی برای جلوگیری از زنگ‌زدگی ساخته شد. داخل قوطی آلومینیومی برای جلوگیری از خم‌شدگی و مقاومت بیشتر در برابر جریان آب با سیمان پر شد. علاوه‌بر نصب اشل، برای اطمینان بیشتر، دیواره سازه‌های سیمانی مسیل رودخانه‌ها برحسب سانتی‌متر درجه‌بندی شد تا به‌وسیله شهروندان تراز سطح آب خوانده و مخابره شود و یا از طریق عکس در گروه واتساپ و تلگرام به اشتراک گذاشته شود (شکل ۴). لازم به ذکر است، به‌دلیل عدم وقوع رواناب سطحی در طول مدت تحقیق، امکان قرائت و ثبت ارتفاع آب آبراهه‌ها در منطقه فراهم نشد.

نحوه اخذ و ارسال داده: فرم‌هایی برای یادداشت داده‌ها طراحی شد و در اختیار جوامع محلی داوطلب قرار گرفت که حاوی اطلاعات متغیرهای مورد پایش و زمان اندازه‌گیری متغیرهای انتخاب‌شده است. برای اطلاع‌رسانی و آموزش‌های لازم و به اشتراک‌گذاری داده‌ها، اقدام به تشکیل گروه اجتماعی در محیط واتساپ و تلگرام با عضویت شهروندان داوطلب و تیم تحقیق شد.

(ب) (الف)

شکل ۴- الف) اشل‌های آلومینیومی ساخته شده و ب) درجه‌بندی دیواره سازه سیمانی برای پایش تراز سطح آب

تحلیل داده‌های اندازه‌گیری شده به‌وسیله آبخیزنشینان: پس از جمع‌آوری فرم‌های طراحی شده و تجمیع داده‌های دریافت شده از طریق پیامک و گروه‌های اجتماعی (تلگرام و واتساپ)، به بررسی اولیه داده‌ها و سپس، تحلیل داده‌ها، شامل موارد زیر پرداخته شد.

۱- مقایسه تعداد داده‌های ثبت شده به‌وسیله پایش‌گران مختلف، از نمودار میله‌ای و سپس، آزمون کای اسکوئر برای بررسی معنی‌دار بودن اختلاف بین فراوانی (تعداد داده‌های ثبت شده) هر گروه از شهروندان برای متغیرهای ثبت استفاده شد.

۲- مقایسه مقادیر ثبت شده به‌وسیله شهروندان مختلف با یکدیگر و با داده‌های ثبت شده در ایستگاه‌های هواشناسی مجاور (ایستگاه باران‌سنجی قلعه قافه وابسته به اداره کل هواشناسی استان گلستان و ایستگاه تبخیرسنجی نراب وابسته به شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان)، از نمودار پراکنش و ضریب همبستگی برای بررسی میزان توافق (همبستگی) داده‌های جمع‌آوری شده به‌وسیله شهروندان با داده‌های ثبت شده در ایستگاه‌های پایش رسمی مجاور استفاده شد. تفسیر ضریب همبستگی بر اساس طبقه‌بندی Evans (۱۹۹۶) مطابق جدول ۱ انجام شد. همچنین، برای بررسی معنی‌داری اختلاف داده‌های ثبت شده به‌وسیله شهروندان با ایستگاه‌های موجود در منطقه، آزمون t جفتی مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱- مقادیر ضریب همبستگی و تفسیر

مقدار ضریب همبستگی	وضعیت همبستگی
۰	بدون همبستگی
۰/۰۱ -۰/۲۰	خیلی کم
۰/۲۱ -۰/۴۰	کم
۰/۴۱ -۰/۶۰	متوسط
۰/۶۱ -۰/۸۰	قوی
۰/۸۱ -۰/۹۹	بسیار قوی
۱	کامل

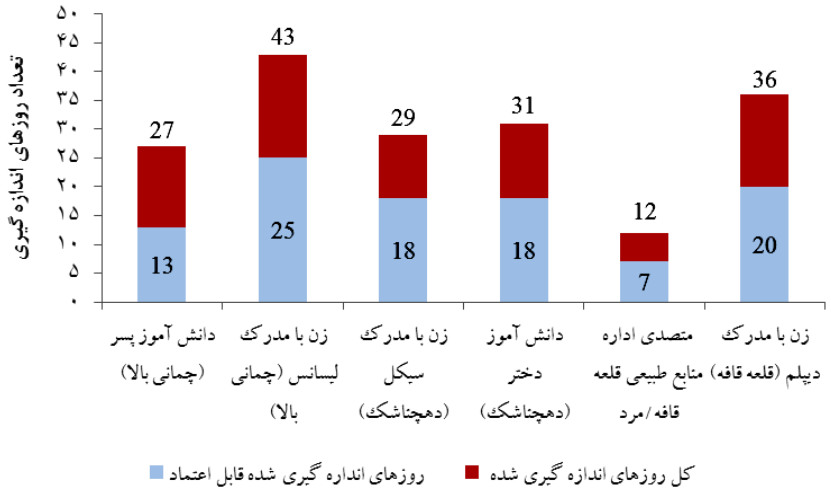
۳- در مورد داده‌های بارش، برای بررسی میزان تطابق (توافق) روز ثبت رخداد بارش به‌وسیله شهروندان و ایستگاه باران‌سنجی از شاخص کاپا استفاده شد. تفسیر ضریب کاپا بر اساس طبقه‌بندی Altman (۱۹۹۱) مطابق جدول ۲ انجام شد.

جدول ۲- مقادیر ضریب کاپا و تفسیر آن

مقدار ضریب کاپا	میزان توافق
<۰/۲	ضعیف
۰/۲۱ -۰/۴۰	نسبتا ضعیف
۰/۴۱ -۰/۶۰	متوسط
۰/۶۱ -۰/۸۰	خوب
۰/۸۱ -۱/۰۰	خیلی خوب

نتایج و بحث

ارزیابی و صحت‌سنجی داده‌های ثبت شده به‌وسیله شهروندان آبخیزنشین: پایش دما، بارش و تراز آب رودخانه به‌وسیله شهروندان از اول تیر ۱۳۹۸ تا آخر ماه آبان همان سال انجام شد. با توجه به عدم دسترسی به داده‌های دمای ایستگاه هواشناسی نراب برای ماه‌های مهر و آبان ۱۳۹۸، تحلیل و صحت‌سنجی داده‌های دمای ثبت شده به‌وسیله شهروندان برای ماه‌های تیر تا شهریور به‌مدت ۹۳ روز انجام شد. با توجه به این‌که در منطقه مورد مطالعه برای پایش دما، دماسنج کمینه-بیشینه در اختیار شهروندان قرار گرفت، قرائت دمای کمینه-بیشینه برای هر روز نیازمند تنظیم دستگاه (صفر کردن) در روز ماقبل است، به همین منظور فرض شد که داده‌هایی قابل اعتماد هستند که پیوستگی زمانی داشته باشند یا به اصطلاح در روز ماقبلِ قرائت دماسنج، دستگاه تنظیم شده باشد. بر این اساس، تعداد کل روزهای اندازه‌گیری و تعداد روزهای اندازه‌گیری با قابلیت اعتماد به‌وسیله هر یک از شهروندان در طی مدت ۹۳ روز (ماه‌های تیر تا شهریور ۱۳۹۸) در شکل ۵ آورده شده است.



شکل ۵- تعداد کل روزهای اندازه‌گیری دما و تعداد روزهای قابل اعتماد به‌وسیله هر یک از شهروندان

همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، شهروند زن با مدرک تحصیلی لیسانس با ثبت ۲۵ روز قابل اعتماد بیشترین مشارکت، و متصدی اداره منابع طبیعی قلعه قافه (مرد) با ثبت هفت روز قابل اعتماد کمترین مشارکت را داشته است. آزمون کای اسکوئر برای بررسی معنی‌داری اختلاف بین تعداد روزهای ثبت دما به‌وسیله شهروندان نشان داد که فقط داده‌های ثبت شده به‌وسیله متصدی اداره منابع طبیعی قلعه قافه به‌طور معنی داری کمتر از سایر شهروندان است.

شهروندان در طی دوره اندازه‌گیری از روی دماسنج کمینه-بیشینه، سه شاخص دمای کمینه، دمای بیشینه و دمای لحظه قرائت را ثبت کردند که با توجه به این‌که داده‌برداری‌ها به‌صورت منظم و در

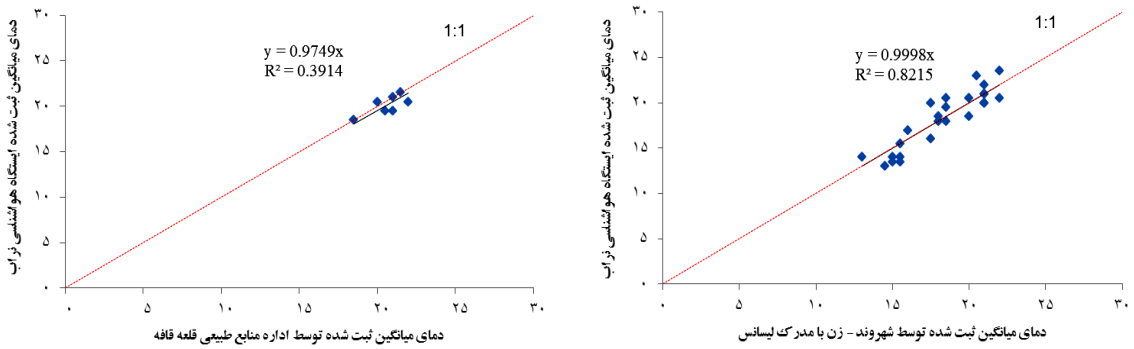
ساعات مشخصی صورت نگرفته است، امکان مقایسه داده لحظه‌ای ثبت شده به‌وسیله شهروندان با داده ثبت شده به‌وسیله ایستگاه هواشناسی مجاور وجود نداشت. بنابراین، فقط از دمای کمینه و دمای بیشینه و همچنین، میانگین دمای کمینه و بیشینه به‌عنوان میانگین دمای روزانه استفاده شد و با داده‌های نظیر ایستگاه مجاور مقایسه شد. نتایج آزمون همبستگی دماهای ثبت شده به‌وسیله شهروندان در جدول ۳ آورده شده است. در این جدول همبستگی بین داده‌های شهروندان مختلف نسبت به یکدیگر و نسبت به ایستگاه هواشناسی نراب محاسبه شده است.

جدول ۳- نتایج آزمون همبستگی داده‌های دمای ثبت شده به‌وسیله شهروندان مختلف نسبت به همدیگر و نسبت به ایستگاه هواشناسی نراب

شهروند	A	B	C	D	E	F	G
A	۱	۰/۶۳	۰/۸۲	۰/۷۶	۰/۶۵	۰/۳۹	۰/۶۹
B	۰/۶۳	۱	۰/۸۰	۰/۰۸	۰/۴۷	۰/۲۰	۰/۳۲
C	۰/۸۲	۰/۸۰	۱	۰/۵۱	۰/۱۰	۰/۷۳	۰/۵۶
D	۰/۷۶	۰/۰۸	۰/۵۱	۱	۰/۲۶	۱	۰/۵۰
E	۰/۶۵	۰/۴۷	۰/۱۰	۰/۲۶	۱	۰/۶۰	۰/۵۳
F	۰/۳۹	۰/۲۰	۰/۷۳	۱	۰/۶۰	۱	۰/۸۷
G	۰/۶۹	۰/۳۲	۰/۵۶	۰/۵۰	۰/۵۳	۰/۸۷	۱

*A ایستگاه هواشناسی نراب، B دانش آموز پسر، C زن با مدرک تحصیلی لیسانس، D زن با مدرک تحصیلی سیکل، E دانش آموز دختر، F اداره منابع طبیعی قلعه قافه و G زن با مدرک تحصیلی دیپلم

نتایج نشان داد بیشترین میزان همبستگی بین داده‌های شهروندی و ایستگاه هواشناسی متعلق به شهروند زن با مدرک تحصیلی لیسانس (ضریب همبستگی=۰/۸۲) است و کمترین میزان همبستگی را متصدی اداره منابع طبیعی قلعه قافه (ضریب همبستگی=۰/۳۹) به خود اختصاص داده است (جدول ۳ و شکل ۶).



شکل ۶- نمودار همبستگی دمای میانگین ثبت شده به‌وسیله شهروند زن لیسانس با دمای ثبت شده در ایستگاه هواشناسی (راست) و همبستگی داده‌های متصدی اداره منابع طبیعی قلعه قافه با دمای ثبت شده در ایستگاه هواشناسی (چپ)

به‌طورکلی، شهروندان زن نسبت به سایر شهروندان عملکرد بهتری داشتند و دماهای ثبت شده به‌وسیله آن‌ها همبستگی بالایی با داده‌های ایستگاه هواشناسی نراب نشان می‌دهند که نشان‌دهنده دقت و صحت اندازه‌گیری و قابلیت اعتماد نسبتا بالای داده های شهروندی می‌باشد. بررسی ماتریس ضرایب همبستگی بین داده‌های شهروندان مختلف نسبت به همدیگر نشان می‌دهد که از بین ۱۵ ضریب همبستگی محاسبه شده، سه مورد همبستگی خیلی کم، دو همبستگی کم، شش همبستگی متوسط، یک همبستگی قوی و دو همبستگی بسیار قوی وجود دارد و میانگین ضرایب همبستگی حدود ۰/۵ (متوسط)

است. نتایج حاصل از آزمون t جفتی برای مقایسه میانگین دمای اندازه‌گیری شده به‌وسیله شهروندان و ایستگاه هواشناسی نراب در جدول ۴ آورده شده است.

نتایج حاصل از آزمون t جفتی نشان داد، بین میانگین دماهای ثبت شده به‌وسیله شهروندان و ایستگاه هواشناسی نراب از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. تفاوت مقادیر میانگین‌های به‌دست آمده برای شهروندان مختلف به‌دلیل تفاوت موقعیت مکانی و تاثیر گرادیان حرارتی می‌باشد.

شهروندان در طی دوره اندازه‌گیری (از ۱۳۹۸/۰۴/۰۱ تا ۱۳۹۸/۰۸/۳۰) بارش را برای روزهایی که واقعه بارندگی رخ داده است، ثبت کردند که تعداد اندازه‌گیری به‌وسیله شهروندان مختلف و همچنین، ایستگاه باران‌سنجی قلعه قافه در شکل ۷ نشان داده شده است.

جدول ۴- نتایج آزمون t جفتی برای مقایسه میانگین دمای ثبت شده به‌وسیله شهروندان و ایستگاه هواشناسی نراب

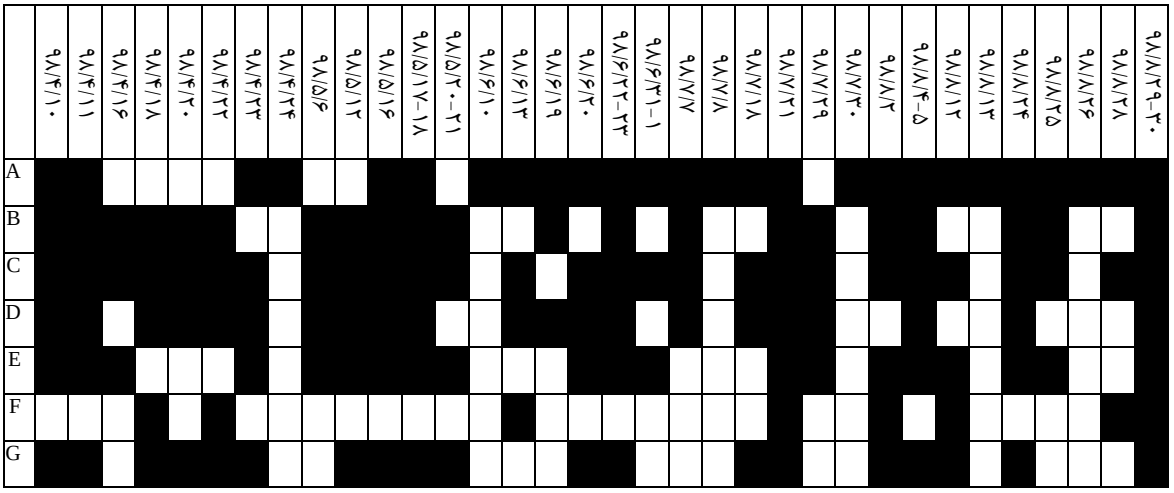
شهروند	میانگین	انحراف استاندارد	t	معنی‌داری
ایستگاه نراب	۲۰/۱۴	۱/۰۲		
دانش‌آموز پسر	۲۱/۱۱	۳/۰۲	۰/۴۴	۰/۶۶
زن با مدرک تحصیلی لیسانس	۱۸/۲۴	۲/۶۵	۰/۱۴	۰/۸۸
زن با مدرک تحصیلی سیکل	۱۹/۴۱	۲/۵۸	۰/۳۷	۰/۷۱
دانش‌آموز دختر	۱۹/۶	۲/۱۵	۱/۵۸	۰/۱۳
متصدی اداره منابع طبیعی قلعه قافه	۲۰/۶۴	۱/۱۴	۱/۶۲	۰/۱۵
زن با مدرک تحصیلی دیپلم	۱۸/۱۲	۲/۰۱	۱/۱۵	۰/۲۶

شکل ۷- تعداد ثبت وقایع بارش توسط شهروندان و ایستگاه باران‌سنجی قلعه قافه

نتایج نشان داد، شهروند زن با مدرک لیسانس با ثبت ۲۷ واقعه بارش در مقایسه با ۲۶ واقعه بارش در ایستگاه باران‌سنجی قلعه قافه بهترین عملکرد و متصدی اداره منابع طبیعی قلعه قافه با ثبت هشت واقعه بارش، ضعیف‌ترین عملکرد را داشته است. الگوی زمانی رخدادنگاری بارش در طی مدت انجام تحقیق (۱۳۹۸/۰۴/۰۱ تا ۱۳۹۸/۰۸/۳۰) به‌وسیله شهروندان و ایستگاه باران‌سنجی قلعه قافه در شکل ۸ نشان داده شده است. خانه‌های مشکی نشان‌دهنده وقوع بارش و ثبت آن به‌وسیله شهروند یا ایستگاه باران‌سنجی می‌باشد و خانه‌های سفید بیانگر عدم وجود یا عدم ثبت واقعه می‌باشد.

همان‌طور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، تاریخ-هایی وجود دارد که به‌وسیله ایستگاه باران‌سنجی، رخداد بارش ثبت نشده است، در حالی که به‌وسیله شهروندان در همان تاریخ بارندگی گزارش شده است و یا برعکس تاریخ‌هایی وجود دارد که در ایستگاه باران-سنجی بارندگی گزارش شده است ولی به‌وسیله هیچ

یک از شهروندان یا تعدادی از شهروندان بارندگی ثبت نشده است. لذا، برای بررسی میزان تطابق روزهای ثبت رخداد بارش به‌وسیله شهروندان مختلف با ایستگاه هواشناسی و با یکدیگر از آزمون کاپا استفاده شد که نتایج آن در جدول ۵ آورده شده است.



*A ایستگاه باران سنجی قلعه قافه، B دانش‌آموز پسر، C زن با مدرک تحصیلی لیسانس، D زن با مدرک تحصیلی سیکل، E دانش‌آموز دختر، F اداره منابع طبیعی قلعه قافه

شکل ۸- الگوی فروانی اندازه‌گیری بارش به‌وسیله شهروندان و ایستگاه باران‌سنجی قلعه‌قافه از تاریخ ۱۳۹۸/۰۴/۰۱ تا ۱۳۹۸/۰۸/۳۰

جدول ۵- نتایج آزمون کاپا برای بررسی میزان توافق روز ثبت وقایع بارش به‌وسیله شهروندان

	A		B		C		D		E		F		G	
	مقدار کاپا	میزان توافق	مقدار کاپا	میزان توافق	مقدار کاپا	میزان توافق	مقدار کاپا	میزان توافق	مقدار کاپا	میزان توافق	مقدار کاپا	میزان توافق	مقدار کاپا	میزان توافق
A	۱	خیلی خوب	۰/۴۵	متوسط	۰/۶۵	خوب	۰/۵۶	متوسط	۰/۵۳	متوسط	۰/۳۵	نسبتا ضعیف	۰/۵۵	متوسط
B	۰/۴۵	متوسط	۱	خیلی خوب	۰/۸۰	خوب	۰/۷۷	خوب	۰/۷۴	خوب	۰/۲۸	نسبتا ضعیف	۰/۷۰	خوب
C	۰/۶۵	خوب	۰/۸۰	خوب	۱	خیلی خوب	۰/۸۰	خوب	۰/۸۲	خیلی خوب	۰/۴۰	نسبتا ضعیف	۰/۷۹	خوب
D	۰/۵۶	متوسط	۰/۷۷	خوب	۰/۸۰	خوب	۱	خیلی خوب	۰/۶۲	خوب	۰/۲۸	نسبتا ضعیف	۰/۷۶	خوب
E	۰/۵۳	متوسط	۰/۷۴	خوب	۰/۸۲	خیلی خوب	۰/۶۲	خوب	۱	خیلی خوب	۰/۲۲	نسبتا ضعیف	۰/۷۳	خوب
F	۰/۳۵	متوسط	۰/۲۸	نسبتا ضعیف	۰/۴۰	نسبتا ضعیف	۰/۲۸	نسبتا ضعیف	۰/۲۲	نسبتا ضعیف	۱	خیلی خوب	۰/۳۹	نسبتا ضعیف
G	۰/۵۵	متوسط	۰/۷۰	خوب	۰/۷۹	خوب	۰/۷۶	خوب	۰/۷۳	خوب	۰/۳۹	نسبتا ضعیف	۱	خیلی خوب

*A ایستگاه باران‌سنجی قلعه قافه، B دانش‌آموز پسر، C زن با مدرک تحصیلی لیسانس، D زن با مدرک تحصیلی سیکل، E دانش‌آموز دختر، F اداره منابع طبیعی قلعه قافه، G زن با مدرک تحصیلی دیپلم

نتایج حاصل از آزمون کاپا نشان داد که روزهای ثبت بارش به‌وسیله شهروند زن با مدرک تحصیلی لیسانس با ضریب کاپای ۶۵ درصد، بیشترین تطابق را با ایستگاه باران‌سنجی قلعه‌قافه دارد و کمترین تطابق روزهای ثبت بارش با ایستگاه (ضریب کاپای ۳۵ درصد)، مربوط به متصدی اداره منابع طبیعی قلعه قافه است. همچنین، بررسی ماتریس ضرایب کاپا بین داده‌های بارش/عدم بارش شهروندان مختلف نسبت به همدیگر نشان می‌دهد که تطابق روزهای بارش ثبت شده به‌وسیله متصدی اداره منابع طبیعی قلعه قافه با

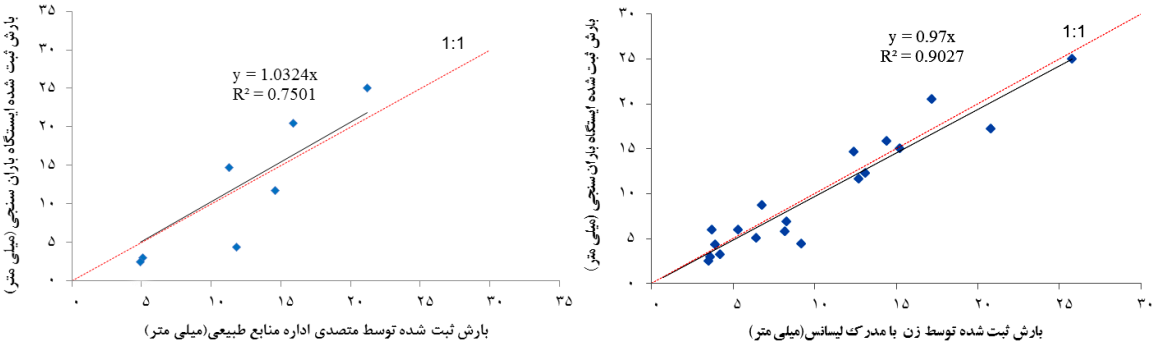
سایر شهروندان نسبتاً ضعیف است ولی مطابقت روز بارش در داده‌های سایر شهروندان با هم خوب (میانگین ضرایب کاپا حدود ۷۵ درصد) است. در مجموع، با توجه به این‌که تطابق روزهای ثبت رخداد بارش به‌وسیله شهروندان مختلف با ایستگاه عمدتاً متوسط ولی تطابق شهروندان مختلف با یکدیگر عمدتاً خوب است، حتی این امکان وجود دارد که داده‌های بارش/عدم بارش شهروندان از ایستگاه دقیق‌تر باشد. لذا، از داده‌های شهروندی می‌توان برای رفع نقص آماری ایستگاه‌ها نیز استفاده کرد. همبستگی بین مقادیر بارش ثبت شده به‌وسیله شهروندان با داده‌های ایستگاه باران‌سنجی قلعه قافه در جدول ۶ آورده شده است.

نتایج حاصل از آزمون همبستگی نشان داد که مقادیر بارش اندازه‌گیری شده در طول دوره تحقیق به‌وسیله شهروند زن با مدرک تحصیلی لیسانس بیشترین همبستگی (۹۰ درصد) و متصدی اداره منابع طبیعی قلعه‌قافه کمترین همبستگی (۷۵ درصد) را با ایستگاه باران‌سنجی داشته است (جدول ۶ و شکل ۹). در مجموع، همبستگی داده‌های همه شهروندان، به‌جز متصدی اداره منابع طبیعی، با یکدیگر بسیار قوی (میانگین ضریب همبستگی حدود ۸۷ درصد) می‌باشد که بیانگر امکان پایش دقیق بارش به‌وسیله شهروندان است.

جدول ۶- نتایج آزمون همبستگی داده‌های بارش ثبت شده به‌وسیله شهروندان مختلف نسبت به همدیگر و نسبت به ایستگاه باران‌سنجی قلعه قافه

	A	B	C	D	E	F	G
A	۱	۰/۸۰	۰/۹۰	۰/۷۸	۰/۸۱	۰/۷۵	۰/۸۳
B	۰/۸۰	۱	۰/۸۷	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۱۲	۰/۸۶
C	۰/۹۰	۰/۸۷	۱	۰/۸۷	۰/۸۳	۰/۲۳	۰/۸۸
D	۰/۷۸	۰/۸۳	۰/۸۷	۱	۰/۸۷	۰/۱۹	۰/۹۱
E	۰/۸۱	۰/۸۵	۰/۸۳	۰/۸۷	۱	۰/۱۴	۰/۸۹
F	۰/۷۵	۰/۱۲	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۱۴	۱	۰/۰۸
G	۰/۸۳	۰/۸۶	۰/۸۸	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۰۸	۱

*A ایستگاه باران‌سنجی قلعه قافه، B دانش‌آموز پسر، C زن با مدرک تحصیلی لیسانس، D زن با مدرک تحصیلی سیکل، E دانش‌آموز دختر، F اداره منابع طبیعی قلعه قافه، G زن با مدرک تحصیلی دیپلم



شکل ۹- نمودار همبستگی داده‌های بارش ثبت شده توسط شهروند زن لیسانس با بارش ثبت شده در ایستگاه باران‌سنجی (راست) و داده‌های متصدی اداره منابع طبیعی با بارش ثبت شده در ایستگاه باران‌سنجی (چپ)

نتایج حاصل از آزمون t جفتی برای بررسی معنی‌داری اختلاف بین میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده به‌وسیله شهروندان و میانگین داده‌های ثبت شده به‌وسیله ایستگاه باران‌سنجی در جدول ۷ آورده شده است که نشان می‌دهد، بین بارش ثبت شده به‌وسیله شهروندان و ایستگاه باران‌سنجی قلعه قافه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

بعد از نصب اشل در سه ایستگاه با سطح مقطع

بتونی به‌منظور اندازه‌گیری تغییرات سطح آب به‌وسیله شهروندان در طول مدت اندازه‌گیری رخدادی مبنی بر تغییر سطح آب اتفاق نیفتاد و واقعه‌ای ثبت نشد.

تحلیل نتایج و درس آموخته‌های پایش حوزه آبخیز چهل‌چای با کمک شهروندان/ آبخیزنشینان: نتایج تحقیق نشان داد که به‌طورکلی امکان تحقق رویکرد پایش مشارکتیِ حوزه‌های آبخیز به کمک شهروندان/ آبخیزنشینان وجود دارد. در این تحقیق، در مدت پنج ماه بیش از ۲۰۰ داده دما و ۱۱۵ داده بارش (در زمان‌ها و مکان‌های مختلف) به‌وسیله آبخیزنشینان ثبت شد که به‌طورکلی از دقت متوسط تا خیلی خوب برخوردار بودند. هر چند این داده‌ها برای استفاده‌های گوناگون (از جمله استفاده به‌عنوان ورودی مدل‌های شبیه‌ساز حوزه آبخیز) بسیار مفید و کاربردی هستند ولی خود فرایند پایش مشارکتی نیز منجر به افزایش دانش و آگاهی پایش‌گران و جامعه آبخیزنشین و ارتقا فرهنگ عمومی در زمینه منابع طبیعی و محیط زیست می‌شود (Buytaert و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۷- نتایج آزمون t جفتی برای مقایسه میانگین بارش ثبت شده به‌وسیله شهروندان و ایستگاه باران‌سنجی قلعه قافه

شهروند	میانگین	انحراف استاندارد	t	معنی‌داری
دانش‌آموز پسر	۱۱/۲۱	۶/۵۷	۱/۵۱	۰/۱۵
زن با مدرک تحصیلی لیسانس	۱۰/۲۴	۶/۳۷	۰/۷۲	۰/۴۷
زن با مدرک تحصیلی سیکل	۱۰/۷۷	۶/۹۷	۱/۰۱	۰/۳۲
دانش‌آموز دختر	۱۱/۶۱	۶/۲۹	۰/۹۷	۰/۳۴
متصدی اداره منابع طبیعی قلعه قافه	۱۲/۱۱	۵/۸۴	۰/۲۵	۰/۸۰
زن با مدرک تحصیلی دیپلم	۱۲/۲۷	۶/۹۶	۱/۸۱	۰/۰۹

شهروندان زن هم از لحاظ تعداد ثبت داده و هم از نظر دقت اندازه‌گیری‌ها، عملکرد بسیار خوبی در این برنامه پایش مشارکتی داشته‌اند. از دلایل مشارکت بهتر زنان می‌توان به مواردی از قبیل حضور مستمر در محل یا نزدیکی محل نصب ادوات اندازه‌گیری به‌علت نداشتن شغل خارج از خانه، مسئولیت‌پذیری و حساسیت بالا نسبت به وظایف محول شده به آن‌ها اشاره کرد. شهروندان دانش‌آموز در رتبه بعدی پتانسیل مشارکت در پروژه‌ها و برنامه‌های شهروند- مبنا قرار دارند. یادگیری سریع، انگیزه و کنجکاو بودن از مهمترین نقاط قوت دانش‌آموزان برای پایش مشارکتی است، ولی از طرف دیگر، بازیگوشی و عدم ادراک از موضوع و اهمیت آن از نقاط ضعف این گروه از شهروندان برای پایش مشارکتی محسوب می‌شود.

آبخیزنشینان مرد به‌دلیل مشغله زیاد، پراکندگی مکانی عرصه‌های فعالیت، توزیع فصلی نوع فعالیت‌ها و در نتیجه عدم حضور مستمر و منظم در یک نقطه، پتانسیل مناسبی برای مشارکت در پایش مستمر متغیرهای مورد بررسی در چنین تحقیقاتی را ندارند. البته با توجه به شعاع زیاد گستره مکانی حضور آن‌ها در طبیعت می‌توان از پتانسیل آن‌ها در ثبت داده‌هایی که نیازمند پایش مستمر نیستند، استفاده کرد و بدین‌ترتیب توزیع مکانی داده و اطلاعات از عرصه‌های طبیعی را بهبود داد. علاوه‌بر این، مردان برای نصب و راه‌اندازی ادوات اندازه‌گیری توانایی و مهارت بیشتری نسبت به سایر گروه‌ها دارند.

در خصوص عملکرد متصدیان اداره منابع طبیعی قلعه قافه در این پایش مشارکتی، با توجه به آموزش همزمان سه نفر از آن‌ها در خصوص نحوه اندازه‌گیری‌ها و انتقال اهمیت موضوع، پیش‌فرض تیم تحقیق بر این بود که بیشترین و با کیفیت‌ترین داده‌ها در این سایت ثبت و گزارش شود ولی با وجود ابراز قول مساعد همکاری و مشارکت فعال، به‌دلیل عدم احساس وظیفه‌مندی، نسبت به ثبت و ارسال داده‌ها، اهمال زیادی صورت گرفته است. این نتیجه گویای این مطلب است که کارکنان این اداره دولتی انگیزه کافی برای انجام فعالیت‌های خلاقانه و داوطلبانه حتی مرتبط با حیطه کاری خویش را ندارند. با وجود اظهارات، تلاش‌های جدی و موفقیت‌های موردی مسئولان و کارشناسان اداره کل منابع طبیعی و

آبخیزداری استان گلستان و واحدهای شهرستانی و محلی ذی‌ربط مبنی بر اتخاذ رویکرد مشارکت مردمی و جلب همکاری و دخالت فعال مردم در مدیریت منابع طبیعی، به نظر می‌رسد که هنوز مفهوم و اهمیت موضوع مشارکت در تمام ابعاد مدیریت آبخیزها به‌ویژه پایش مشارکتی آبخیزها کاملا نهادینه نشده است و تحقق کامل این رویکرد ابتدا نیازمند نهادینه‌سازی رویکرد جامع مشارکتی است. با وجود مدت و زمینه محدود تحقیق انجام شده در این مطالعه، نتایج به‌دست آمده به‌خوبی نشان داد که مشارکت شهروندان می‌تواند نقش موثری در تحقیقات علمی مرتبط با پایش حوزه آبخیز داشته باشد که با نتایج Cifelli و همکاران (۲۰۰۵)، Stepenuck و همکاران (۲۰۱۱)، De Vos و همکاران (۲۰۱۷) و Thornhill و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

حوزه‌های آبخیز در کشورهای توسعه‌نیافته و در حال توسعه، در بعد زمانی و مکانی با کمبود داده روبرو هستند. با توجه به هزینه‌بر و زمان‌بر بودن فرایند پایش مستمر آبخیزها، اخیراً رویکرد توسل به شهروندان/آبخیزنشینان و مشارکت دادن آن‌ها در فرایند پایش، در سطح دنیا مورد استقبال قرار گرفته است. این رویکرد البته در کشور ایران هنوز بسیار نوپاست و این تحقیق جزو اولین نمونه کارهایی است که در این زمینه انجام می‌شود. تحقیقات نشان داده است، در صورتی‌که آموزش کافی به شهروندان داده شود، داده‌های جمع‌آوری شده به‌وسیله آنان از اعتبار قابل قبولی برخوردار است که در این تحقیق این موضوع تا حد زیادی به اثبات رسید. از دیگر عوامل تأثیرگذار در ثبت داده‌های قابل اعتماد به‌وسیله شهروندان می‌توان به سطح سواد اشاره کرد که به‌طور قابل ملاحظه‌ای در ثبت داده‌های با صحت و دقت بالا دخیل است. البته در این تحقیق، به‌خاطر محدود بودن تعداد پایش‌گران داوطلب، امکان تحلیل اثرات عواملی نظیر سطح سواد، جنسیت و سن بر میزان مشارکت و دقت اندازه‌گیری‌ها میسر نشد ولی به‌طور اولیه می‌توان گفت که جامعه زنان به‌ویژه زنان با تحصیلات بالاتر، از بیشترین پتانسیل مشارکت و عملکرد برخوردار هستند. پیشنهاد می‌شود، تحقیقات مشابه در این زمینه با تعداد پایش‌گران بیشتر و در مدت زمان طولانی‌تر در تعدادی دیگر از آبخیزهای کشور نیز اجرا شود تا هم اثر عوامل مختلف را بتوان تحلیل کرد و هم پایداری رویکرد مورد نظر در آبخیزهای با شرایط اقتصادی-اجتماعی-فرهنگی متفاوت مورد ارزیابی قرار گیرد. در کارهای آتی می‌توان متغیرهایی نظیر رطوبت خاک و کیفیت آب که در اکوسیستم آبخیز اهمیت زیادی دارند و امکان اندازه‌گیری آن‌ها به‌صورت ساده وجود دارد را نیز در پایش مشارکتی اضافه نمود. با توجه به مشارکت و عملکرد ضعیف شهروند متصدی اداره منابع طبیعی، لازم است، آگاهی بخشی و ظرفیت‌سازی برای مدیران و کارشناسان بخش اجرا در مورد مزایا و فرصت‌های استفاده از دانش شهروندی به‌عنوان یک روش مؤثر و کارا برای پایش و جمع‌آوری داده و اطلاعات متغیرهای مختلف آبخیز در اولویت قرار گیرد تا با تبیین اهمیت موضوع به نیروهای زیرمجموعه سازمانی خود که در عرصه آبخیزها مستقر هستند، نظارت و حساسیت بیشتری در امر پایش آبخیزها اعمال کنند.

منابع مورد استفاده

1. Altman, D.G. 1991. Practical statistics for medical research. Chapman and Hall, London and New York, 624 pages.
2. Bell, S., M. Marzano, J. Cent, H. Kobierska, D. Podjed, D. Vandzinskaite, H. Reinert, A. Armaitiene, M. Grodzińska-Jurczak and R. Muršič. 2008. What counts? Volunteers and their organizations in the recording and monitoring of biodiversity. Biodiversity and Conservation, 17(14): 3443-3454.
3. Black, J.M. 2009. River otter monitoring by citizen science volunteers in northern California: social groups and litter size. Northwestern Naturalist, 90(2): 130-135.
4. Buytaert, W., A. Dewulf, B. De Bièvre, J. Clark and D.M. Hannah. 2016. Citizen science for water resources management: toward polycentric monitoring and governance? Water Resources Planning and Management, 142(4): 25-49.

5. Buytaert, W., Z. Zulkafli, S. Grainger, L. Acosta, T.C. Alemie, J. Bastiaensen, B. De Bièvre, J. Bhusal, J. Clark and A. Dewulf. 2014. Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management and sustainable development. Frontiers in Earth Science, 2: 1-26.
6. Cifelli, R., N. Doesken, P. Kennedy, L.D. Carey, S.A. Rutledge, C. Gimmestad and T. Depue. 2005. The community collaborative rain, hail, and snow network: informal education for scientists and citizens. Bulletin of the American Meteorological Society, 86(8): 1069-1078.
7. Conrad, C.C. and K.G. Hilchey. 2011. A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities. Environmental Monitoring and Assessment, 176(1-4): 273-291.
8. Cooper, C.B., J. Dickinson, T. Phillips and R. Bonney. 2007. Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems. Ecology and Society, 12(2): 1-11.
9. De Vos, L., H. Leijnse, A. Overeem and R. Uijlenhoet. 2017. The potential of urban rainfall monitoring with crowdsourced automatic weather stations in Amsterdam. Hydrology and Earth System Sciences, 21(2): 765-789.
10. Dickinson, J.L., B. Zuckerberg and D.N. Bonter. 2010. Citizen science as an ecological research tool: challenges and benefits. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 41: 149-172.
11. Evans, J.D. 1996. Straightforward statistics for the behavioral sciences. Brooks/Cole Publishing Company, 600 pages.
12. Hajmohammadi, M., A. Sadoddin, V. Sheikh and H. Jazy. 2017. Participatory research and its applicability in identification of health status of the Delichai River with participation of the local volunteers. MSc Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 86 pages.
13. Hannah, D.M., S. Demuth, H.A. van Lanen, U. Looser, C. Prudhomme, G. Rees, K. Stahl and L.M. Tallaksen. 2011. Large scale river flow archives: importance, current status and future needs. Hydrological Processes, 25(7): 1191-1200.
14. Hsu, C.H., T.E. Lin, W.T. Fang and C.C. Liu. 2018. Taiwan roadkill observation network: an example of a community of practice contributing to Taiwanese environmental literacy for sustainability. Sustainability, 10(10): 10-36.
15. Kruger, L.E. and M.A. Shannon. 2000. Getting to know ourselves and our places through participation in civic social assessment. Society and Natural Resources, 13(5): 461-478.
16. Lakshminarayanan, S. 2007. Using citizens to do science versus citizens as scientists. Ecology and Society, 12(2): 22-39.
17. Larson, L.R., G.T. Green and H.K. Cordell. 2011. Children's time outdoors: results and implications of the national kids survey. Journal of Park and Recreation Administration, 29(2): 1-20.
18. McKinley, D.C., A.J. Miller-Rushing, H.L. Ballard, R. Bonney, H. Brown, S.C. Cook-Patton, D.M. Evans, R.A. French, J.K. Parrish, T.B. Phillips and S.F. Ryan. 2017. Citizen science can improve conservation science, natural resource management and environmental protection. Biological Conservation, 208: 15-28.
19. Michelsen, N., H. Dirks, S. Schulz, S. Kempe, M. Al-Saud and C. Schüth. 2016. YouTube as a crowd-generated water level archive. Science of the Total Environment, 568: 189-195.
20. Silvertown, J. 2009. A new dawn for citizen science. Trends in Ecology and Evolution, 24(9): 467-471.
21. Stepenuck, K.F., L.G. Wolfson, B.W. Liukkonen, J.M. Iles and T.S. Grant. 2011. Volunteer monitoring of E. coli in streams of the upper Midwestern United States: a comparison of methods. Environmental Monitoring and Assessment, 174(1-4): 625-633.
22. Thornhill, I., A. Chautard and S. Loiselle. 2018. Monitoring biological and chemical trends in temperate still waters using citizen science. Water, 10(7): 825-839.
23. Thornhill, I., S. Loiselle, W. Clymans and C.G.E. van Noordwijk. 2019. How citizen scientists can enrich freshwater science as contributors, collaborators and co-creators. Freshwater Science, 38(2): 231-235.
24. Wilson, N.J., E. Mutter, J. Inkster and T. Satterfield. 2018. Community-based monitoring as the practice of indigenous governance: a case study of indigenous-led water quality monitoring in the Yukon River Basin. Journal of Environmental Management, 210: 290-298.