Archive of SID

تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال پانزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸
Volume 15, No. 1, Spring 2019 (IR-WRR)
۲۰۷-۲۲۲

بررسی عوامل مؤثر بر حساسیت نسبت به بحران آب در دهستان‌های حوضه آبریز دریاچه ارومیه (مورد مطالعه: استان آذربایجان شرقی)

طاهره ملکی[۱*]، حسین کوهستانی[۲]، شاپور ظریفیان[۲] و کیومرث زرافشانی[۳]

چکیده

پژوهش حاضر در راستای بررسی عوامل مؤثر بر حساسیت نسبت به بحران آب در دهستان‌های حوضه دریاچه ارومیه در استان آذربایجان شرقی صورت گرفت. جامعه مورد مطالعه در این پژوهش، کلیه دهستان‌های استان آذربایجان شرقی بود (۶۸ دهستان) که داده‌های مورد نیاز جهت محاسبه حساسیت برای هریک از آن‌ها، در دو بخش اسنادی و میدانی جمع‌آوری شد و در نهایت، در رابطه حساسیت قرار داده شد تا میانگین حساسیت هر یک از آن‌ها به دست آید. بر اساس یافته‌های حاصل از پژوهش، ۵۱ درصد از دهستان‌های حوضه دارای حساسیت بالا، ۲۵ درصد از حساسیت متوسط و بقیه از حساسیت کمی در برابر این بحران برخوردار بودند (۲۴ درصد). در ادامه نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد، دهستان‌های مورد مطالعه از نظر متغیرهایی مانند: نرخ بیکاری، سطح سواد بهره‌بردار شاغل در بخش کشاورزی، قرار گرفتن در فاصله کمتر از دریاچه نسبت به سایر دهستان‌ها و تعداد چاه‌های غیر مجاز با یکدیگر تفاوت داشت و سبب افزایش حساسیت هریک از گروه‌های سه‌گانه شده بود. نتایج این مطالعه راهکارهایی را برای کارگروه ملی احیای دریاچه ارومیه به همراه داشته و بر اساس نتایج آن می‌توانند منابع مالی محدود را به دهستان‌های دارای حساسیت بیشتر تخصیص دهند تا از این طریق از حساسیت آن‌ها کاسته شده و بر توان سازگاری آن‌ها افزوده شود.

کلمات کلیدی: استان آذربایجان شرقی، بحران آب، حساسیت نسبت به بحران آب، دهستان‌های حوضه شرقی، دریاچه ارومیه.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۳/۲۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۸/۱۵

۱- دانشجوی دکتری توسعه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
۲- دانشیار گروه ترویج و توسعه روستایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
۳- دانشیار گروه ترویج و توسعه روستایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه.
*- نویسنده مسئول
بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان تابستان ۱۳۹۸ امکانپذیر است.

Factors Affecting Sensitivity to Water Crisis in Eastern Regions of Lake Urmia Basin (Case study: East Azerbaijan Province)

T. Maleki[1], H. Kuhestani[2], Sh. Zarifian[2] and K. Zarafshani[3]*

Abstract

The purpose of this research was to determine factors affecting the sensitivity of eastern regions of Lake Urmia basin to water crisis (68 regions). Required data were collected by using survey and documentary data and then the sensitivity of each region to water crisis was calculated. Based on the results, three classes of sensitivity were recognized: low, moderate, and high. In other words, 51.47% of the basin regions have a high sensitivity to the lake crisis, 23.52% are less sensitive to this crisis, and other regions have a moderate sensitivity. Also, the results of one-way ANOVA analysis showed studied regions are different in the terms of variables such as: unemployment rate, Education less distance from the lake and the number of illegal wells. The results of this study have implications for to national and regional Urmia Lake Restoration Program. The limited resources should focus on drought sensitive regions for increasing adaptive capacity and sustainable development in the study regions.

Keywords: East Azerbaijan Province, Sensitivity to Water Crisis, Eastern Basin Regions, Lake Urmia.

Received: June 17, 2018
Accepted: November 6, 2018

1- Ph.D. Student, Department of Agricultural Extension and Rural Development, University of Tabriz, East Azerbaijan, Iran. Email: T.maleki@ tabrizu.ac.ir
2- Associate Professor in Department of Agricultural Extension and Rural Development, University of Tabriz, East Azerbaijan, Iran.
3- Associate Professor in Department of Agricultural Extension and Rural Development, University of Razi, Kermanshah, Iran.
*- Corresponding Author

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

موقعیت ایران و سیستم‌های بارشی مؤثر بر میزان بارش دریافتی آن، علاوه بر حاکمیت شرایط خشک و نیمه خشک و دریافت یک سوم میانگین بارش جهانی موجب کاهش قابلیت اعتماد به بارش در کشور شده است (Yahyaabadi and Rezaei, 2008). به طوری‌که بر اساس شواهد موجود، ایران با خشکسالی و کمبود آب گسترده‌ای مواجه بوده که به علت وابستگی به تولیدات کشاورزی، به کشوری بسیار آسیب‌پذیر در برابر این پدیده تبدیل شده است. شاخص‌های معتبر بین‌المللی نظیر شاخص فالکن مارک[۱]، شاخص سازمان ملل[۲] و شاخص مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب[۳] نیز نشانگر وقوع بحران آب در ایران هستند (Bezi et al., 2004). بر اساس شاخص نخست، وضعیت منابع آب ایران، در آستانه قرار گرفتن در بحران آبی و بر اساس دو شاخص دیگر، منابع آبی ایران در وضعیت بحران شدید قرار دارد (Khosroshahi, 2014). این امر نشانگر آن است که ایران یکی از کشورهای آسیب‌پذیر در زمینه بحران آب بوده و به طور جدی در معرض پیامدهای حاصل از آن قرار دارد (Nassiri et al., 2006). در این میان، بحران آب دریاچه ارومیه و پیامدهای منفی به‌وجود آمده از آن یکی از بحران‌هایی است که توجه کارشناسان ملی و بین‌المللی را جهت مدیریت و کاهش آثار سوء آن به‌خود جلب کرده است. دریاچه ارومیه، یکی از بزرگترین دریاچه‌های دائمی فوق شور در جهان و بزرگترین دریاچه از این نوع در خاورمیانه است (Youneszadeh et al., 2018) که طی سال‌های اخیر به دلیل رخ دادن خشکسالی‌های مداوم از یک‌سو و اضافه برداشت از منابع آب‌های سطحی برای توسعه بخش‌های کشاورزی، صنعتی، عمرانی و بالاخره اجرای پروژه‌های سدسازی بر روی رودخانه‌های واقع در حوضه‌ی آبریز آن از سوی دیگر، سطح تراز آب آن به شدت کاهش داشته و قسمت اعظم وسعت آن به شوره‌زار تبدیل شده است. وقوع این پدیده، افزایش بیش از حد شوری آب این دریاچه را به‌همراه داشته و حیات این اکوسیستم مهم کشور را با تهدیدی جدی مواجه نموده است (Hassanzadeh, 2014). بنا به اعتقاد کارشناسان، مشکل کم آبی و شوری دریاچه ارومیه نه تنها عوارض جبران‌ناپذیری برای استان‌های کشور، بلکه برای کشورهای منطقه به‌دنبال دارد. از جمله پیامدهای منفی شور شدن و خشک شدن دریاچه ارومیه می‌توان به تأثیر بر منابع آب (Pitman and Lauchli, 2004)، کاهش سریع سطح آب‌های زیرزمینی در دشت‌های منطقه و برهم خوردن تعادل کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه، حرکت ذرات معلق در هوا به سوی شهرها، روستاها و اراضی اطراف، افزایش نمک و مواد شیمیایی معلق در هوا، تغییر زمان‌بندی فصل‌ها، بروز انواع بیماری‌ها در انسان، حیوانات و گیاهان، بیماری‌های تنفسی، افزایش انواع سرطان‌ها، سقط جنین، شیوع بیماری‌های چشمی اشاره نمود (Ahmadian and Asghari, 2013). به‌علاوه شوری، یکی از مهم‌ترین عوامل مخرب زیست‌محیطی در عدم بهره‌وری مناسب محصولات کشاورزی است. از اثرات جدی شوری، کاهش حاصلخیزی اراضی کشاورزی، کاهش دوره‌ی زراعت، کاهش کیفیت محصولات کشاورزی و فرسایش ساختار خاک است (Pitman and Lauchli, 2004). به‌طور کلی، مشکل شوری زمانی که اقتصاد ملی بر پایه‌ی کشاورزی استوار است، یک مسأله جدی به‌شمار می‌آید (Khademi et al., 2014) و ضررهای اقتصادی غیرقابل جبرانی به همراه دارد (Ahmadian and Asghari, 2013).

با توجه به افزایش تقاضا برای آب در آینده، محدودیت منابع و گسترش تغییرات آب وهوایی، انتظار می‌رود که تعداد و شدت بحران‌های آبی و خشکسالی در کشور نیز افزایش یافته که این امر لزوم مدیریت آن‌ها را دو چندان می‌نماید (Shahnooshi et al., 2009). اما، با توجه به ناکارآمدی شیوه مدیریت بحران آب و خشکسالی در کشور، یافتن رویکردی که بتواند کاستی‌های موجود را برطرف سازد و به بهبود توانایی مقابله با خشکسالی بیانجامد، اهمیت فراوانی دارد (Zarafshani and Sharafi, 2012). به‌نظر می‌رسد، نخستین گام در مدیریت بحران‌های آبی، شناخت آثار آن در همه ابعاد می‌باشد و با توجه به کثرت مطالعات انجام یافته در این رابطه، گام دوم، انجام اقدامات مدیریتی در زمینه‌ی کاهش این آثار است. از این‌رو، مسئولان برای رویارویی با این چالش نیازمند مجموعه‌ای جدید از اطلاعات برای آمادگی در برابر خشکسالی هستند تا از این طریق، بتوانند منابع را به طور مناسب و مؤثری اولویت‌بندی کنند و آثار ناشی از خشکسالی یا پیامدهای آن را کاهش دهند (Jafari et al., 2012). یکی از اقدامات مدیریتی در زمینه مبارزه با بحران‌های آبی، ایجاد سیستم پایش و هشدار به‌هنگام خشکسالی است که با استفاده از نتایج آن بتوان در برابر آن‌ها مقابله کرد. در این میان، سنجش حساسیت مناطق درگیر بحران آبی نیز گامی در جهت ایجاد و بهبود سیستم پایش بهنگام خشکسالی است. سنجش حساسیت به دنبال آن است که مقدار آسیب یک محرک مخرب را به سیستم اجتماعی- اکولوژیکی پیش بینی و برآورد نماید (Joyce et al., 2013). به گونه‌ای که با در دست داشتن میزان حساسیت یک منطقه نسبت به خشکسالی و تنش‌های آبی می‌توان در جهت کاهش و تعدیل پیامدهای آن برنامه‌ریزی و اقدام نمود. وجود ریسک‌های محیطی و به ویژه اقلیمی ضرورت توجه به مؤلفه حساسیت در برابر آن‌ها و سنجش میزان آن در جوامع مختلف را دو چندان می‌کند. به‌طور کلی می‌توان گفت، برآورد حساسیت در برابر بحران‌های زیست محیطی نظیر بحران آب و خشکسالی

www.SID.ir

Archive of SID

موضوعی مهم و غیرقابل انکار است. اما، متأسفانه میزان حساسیت جوامع مختلف در برابر بحران آب در ایران و به‌ویژه درحوضه دریاچه ارومیه کمتر مورد توجه محققان داخلی قرار گرفته است. به گونه‌ای که می‌توان گفت، هیچ‌گونه پژوهشی مشاهده نشد که حساسیت هر یک از مناطق روستایی اطراف حوضه دریاچه را نسبت به بحران پیش آمده مورد بررسی قرار داده باشد. این درحالی‌است که برآورد و درنظر گرفتن میزان حساسیت هر یک از جوامع محلی که به صورت مستقیم درگیر این بحران شده‌اند، می‌تواند برای مسئولین و برنامه‌ریزان احیای دریاچه ارومیه بسیار راه‌گشا باشد و به آنان کمک نماید تا ابتدا میزان حساسیت و تأثیرپذیری هریک از این جوامع را در برابر بحران شناسایی و سپس، آن‌ها را از نظر شدت بروز حساسیت نسبت به آن اولویت‌بندی نمایند. در نظر گرفتن این مسأله مهم، سبب اجرای برنامه‌های مقابله و مقاوم‌سازی در هریک از دهستان‌های دارای وضعیت بحرانی‌تر شده که این امر در نهایت به افزایش توان سازگاری، کاهش حساسیت و درنهایت کاهش میزان آسیب‌پذیری آن‌ها نیز منجر خواهد شد. لذا بر اساس ضرورت موجود، پژوهش حاضر در راستای برآورد حساسیت دهستان‌های حوضه شرقی دریاچه ارومیه و بررسی عوامل مؤثر بر افزایش آن صورت گرفت. در ادامه به نتایج تعدادی از تحقیقات صورت گرفته در رابطه با موضوع پژوهش اشاره می‌شود.

پژوهشگران حوزه تغییرات اقلیم، حساسیت را درجه‌ای می‌دانند که یک سیستم در برابر محرک بیرونی محافظت نمی‌شود (Smith and Pilifosova, 2003; Downing, 2003; Smit and Wandel, 2005). هم‌چنین، حساسیت به معنای توانایی پاسخ مثبت یا منفی یک جامعه نسبت به یک محرک خارجی مانند خشکسالی و یا میزان تأثیرپذیری توسط آن دانسته‌اند و نشانگر استعداد آن جامعه برای آسیب‌پذیری در برابر مخاطراتی مانند خشکسالی، نیز می‌باشد (Fontaine and Klein, 2002). باید توجه داشت، ماهیت حساسیت در برابر بحران‌های زیست‌محیطی و شدت بروز بحران، با یکدیگر متفاوت می‌باشد. بدین معنا که حساسیت، نشانگر آثار بروز بحران‌های زیست‌محیطی نظیر تغییرات اقلیمی در یک جامعه است. در حالی‌که شدت، بیانگر بزرگی و میزان بروز این نوع بحران‌ها در سیستم می‌باشد (International Panel on Climate Change, 2007). میزان حساسیت در برابر مخاطرات طبیعی و یا هر عامل استرس‌زای دیگر را می‌توان از طریق سنجش پیامدهای حاصل از آن بر روی یک جامعه دریافت (Dazé, 2011).

پژوهشگران معتقدند، میزان بروز حساسیت در جوامع مختلف تحت تأثیر وضعیت سیستم اجتماعی- اقتصادی و بیوفیزیکی جامعه بوده و شرایط آب و هوایی و ویژگی‌های اجتماعی جوامع درگیر بحران آن را تشدید می‌کند (Fontaine and Klein, 2002; Downing, 2003; Smit and Pilifosova, 2003; Silva et al., 2017). برخی از ویژگی‌های اجتماعی جوامع که سبب افزایش حساسیت و درنتیجه افزایش آسیب‌پذیری در برابر بروز بحران‌های طبیعی خواهند شد، عبارتند از: فقر و نابرابری، سطح تحصیلات افراد درگیر بحران و میزان توسعه زیرساخت‌های فیزیکی در جامعه (Lee, 2014).

نتایج پژوهشی در زمینه برآورد حساسیت خانوارهای کشاورز ساکن دهستان درود فرامان نشان داد، ۱۴۰ خانوار، حساسیت متوسط و زیادی در برابر خشکسالی داشته و تنها ۳۲ خانوار دارای حساسیت اندکی در برابر این بلای طبیعی بودند. بر اساس یافته‌های این پژوهش، حساسیت خانوارهای کشاورز از نظر مؤلفه‌های تعداد افراد بیکار، تعداد افراد مهاجر خانوار، میزان آب آبیاری مورد استفاده و میزان اراضی زراعی و باغی خسارت دیده از خشکسالی با یکدیگر متفاوت بوده و افزایش هریک از مؤلفه‌ها سبب افزایش آسیب‌پذیری در برابر خشکسالی شده بود (Maleki, 2013). نتایج پژوهش دیگری در این زمینه و با در نظر گرفتن دو شاخص حساسیت بخش کشاورزی و حساسیت خانوار نیز نشان داد، درآمد حاصل از فعالیت‌های کشاورزی، میزان اراضی خسارت دیده در اثر بروز تغییرات اقلیمی، تعداد آفات خسارت زده به محصول، نرخ بیکاری، نرخ وابستگی اعضای خانوار، سطح سواد و ادراک کشاورزان نسبت به تغییرات اقلیمی سبب تفاوت در حساسیت خانوار کشاورز در برابر تغییرات اقلیمی خواهد شد (Eakin and Tapia, 2008). Shomic (2008) نیز معتقد است، کشاورزانی که معاش آن‌ها وابسته به کشت دیم است در موقع بروز خشکسالی، حساسیت و آسیب‌پذیری بیشتری دارند؛ زیرا عملکرد اراضی آن‌ها تنها وابسته به میزان بارندگی است.

بر اساس نتایج پژوهشی در زمینه سنجش آسیب‌پذیری کشاورزان در برابر خشکسالی، حساسیت کشاورزان نسبت به خشکسالی به سیستم کشت محصولات (کشت مخلوط یا تک کشتی)، نوع مالکیت زمین (ملکی، تصرفی، استیجاری و غیره) و میزان تولید محصولات کشاورزی که منبع اصلی درآمد آن‌ها است، بستگی دارد (Zarafshani et al., 2016). به‌طور کلی، سرمایه انسانی، اجتماعی و فیزیکی ضعیف، عدم دسترسی به سرمایه مالی، ساختارهای سازمانی نامناسب و هم‌چنین، قرار گرفتن در محیط‌های دارای ریسک فیزیکی و اقتصادی زیاد سبب افزایش حساسیت نسبت به پیامدهای تغییرات اقلیمی و کاهش توان سازگاری جوامع درگیر خواهد شد (Keshavarz and Karami, 2014). پژوهشی در کشور تاجیکستان

www.SID.ir

Archive of SID

نیز جهت سنجش شاخص حساسیت توسط ۵ زیر شاخص انجام شد که بر اساس نتایج آن، حساسیت یک ناحیه کوهستانی نسبت به سایر مناطق زیادتر بوده و دلیل آن نیز، وابستگی این ناحیه به فعالیت‌های کشاورزی است و برعکس، حساسیت مناطقی که به فعالیت کشاورزی وابستگی کمتری دارند و البته خانوارها نیز از سلامت بیشتر برخوردارند، پایین‌تر است (Heltberg, and Osmolovskiy, 2011). شور شدن آب نیز عامل مهمی در ایجاد بحران آب در مناطق درگیری شوری بوده که کاهش سطح منابع آبی به دلیل حفر چاه عمیق و نیمه‌عمیق برای دسترسی به آب شیرین و در نهایت، کاهش کیفیت منابع آب و خاک و افزایش حساسیت بخش کشاورزی را به دنبال دارد (Custodio, 2002; Vaziri and Majidifard, 2011; Villar, 2016).

نتایج پژوهشی در زمینه بررسی میزان آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی در کشور نپال نشان داد، میزان سواد سرپرست خانوار و نرخ وابستگی اعضای خانوار دو فاکتور مهم هستند که سبب کاهش توان سازگاری خانوار، افزایش حساسیت و در نتیجه افزایش آسیب‌پذیری آن‌ها نسبت به تغییرات اقلیم خواهد شد. به‌طوری‌که خانوارهای دارای نرخ وابستگی بیشتر و میزان درآمد کمتر از حساسیت بالاتری نسبت به هرنوع بحرانی برخوردارند (Piya et al., 2012).

نتایج پژوهشی در راستای تبیین مشکلات آب در ایران نشان داد، در زمان بحران آب و خشکسالی و در مقاطعی که منابع آب سطحی کاهش پیدا می‌کند، تقاضا جهت تأمین آب افزایش یافته و کشاورزان آب مورد نیاز خود از طریق حفر چاه‌های عمیق و خریداری پمپ‌های قدرتمندی که آب بیشتری را استحصال می‌کند، تأمین می‌کنند. در چنین شرایطی، حفر چاه‌های غیرمجاز شرایط را دشوارتر کرده و سبب فشار بیشتر بر منابع آب زیرزمینی شده که این موضوع در نهایت سبب افزایش حساسیت خود آن‌ها خواهد شد (Madani et al., 2016). بر اساس نتایج پژوهش دیگری، حفر چاه‌های غیرمجاز یکی از عوامل محدودکننده کارایی قانون قیمت‌گذاری آب می‌باشد. چرا که این قانون به منظور نگهداری و حفظ منابع آبی، وضع می‌شود اما بهره‌برداران از طریق حفر چاه‌های غیرمجاز که ممکن است توسط مسئولان امر رصد نشود، آب را به‌صورت رایگان برداشت کرده و سبب افزایش فشار بر این منابع خواهند شد (Villar, 2016). سنجش و مقایسه حساسیت ۳۸ کشور دنیا در برابر تغییرات اقلیمی در بازه زمانی ۲۰۹۵-۱۹۹۰ نشان داد، میزان تغییرپذیری شاخص حساسیت در کشورهای مورد مطالعه متفاوت است. به‌طوری‌که در سال‌های آغازین بررسی، حساسیت کشورهای در حال توسعه در برابر تغییرات اقلیمی نسبت به کشورهای توسعه یافته بیشتر بوده و در سال‌های بعد، کمتر خواهد شد. چین، هند، سنگال و لهستان از جمله کشورهای هستند که در گذر زمان از حساسیت آنان کاسته شده و بر توان سازگاریشان افزوده می‌شود. در این پژوهش، سه سناریوی رشد آهسته، رشد سریع و پایداری محلی جهت بررسی حساسیت، توان سازگاری و در نهایت آسیب‌پذیری مشخص و شاخص‌هایی جهت سنجش حساسیت طراحی شده که عبارتند از: حساسیت سکونت‌گاه‌ها و زیرساخت‌های فیزیکی جامعه، حساسیت غذایی (نبود امنیت غذایی)، حساسیت اکوسیستم، حساسیت سلامت انسانی و حساسیت منابع. بر اساس نتایج این پژوهش، ایران از جمله کشورهایی است که در بلندمدت تغییر اندکی در کاهش حساسیت نسبت به تغییرات اقلیمی داشته و حتی در سناریوی رشد آهسته، تغییرات مثبتی در جهت افزایش حساسیت این کشور مشاهده می‌شود (Moss et al., 2001).

مرور مطالعات پیشین نشان می‌دهد، در زمان بروز بحران‌های زیست محیطی نظیر بحران آب و خشکسالی، حساسیت فاکتوری مهم در کاهش توان سازگاری و افزایش آسیب‌پذیری خانوارها و مناطق درگیر است. از آنجا که اقتصاد مناطق روستایی به بخش کشاورزی بیشتر وابسته است، این بحران‌ها بر مناطق روستایی تأثیر بیشتری دارند و در نتیجه در زمان وقوع آن‌ها مناطق روستایی و به‌ویژه بخش کشاورزی، آسیب‌پذیری بالاتری از خود نشان می‌دهند. دسته‌ای از عوامل سبب افزایش میزان شدت بروز بلایا، افزایش حساسیت و در نهایت بروز آسیب‌پذیری در جوامع درگیر بحران خواهد شد که مورد توجه پژوهش حاضر نیز می‌باشد. در نهایت، با توجه به پیشینه‌ی پژوهش، چارچوب مفهومی تحقیق به شکل ۱ ارائه می‌شود.

۲- روش تحقیق

پژوهش حاضر، به‌منظور برآورد حساسیت دهستان‌های حوضه شرقی دریاچه ارومیه نسبت به بحران آب انجام شد. این پژوهش از نظر پارادایمی کمّی، از نظر هدف کاربردی و از نظر روش تحقیق نیز، در دسته تحقیقات توصیفی و از نوع علّی- مقایسه‌ای قرار می‌گیرد. کلیه دهستان‌های حوضه دریاچه ارومیه در استان آذربایجان شرقی به‌عنوان جامعه مورد مطالعه انتخاب شدند و شاخص حساسیت، در میان همه آن‌ها مورد بررسی و محاسبه قرار گرفت. ۶۸ دهستان که نقشه آن در شکل ۲ ارائه شده است.

به‌منظور تعیین شاخص حساسیت در برابر بحران کمبود آب دریاچه ارومیه از شاخصی محقق‌ساخته بهره گرفته شد.

www.SID.ir

Archive of SID

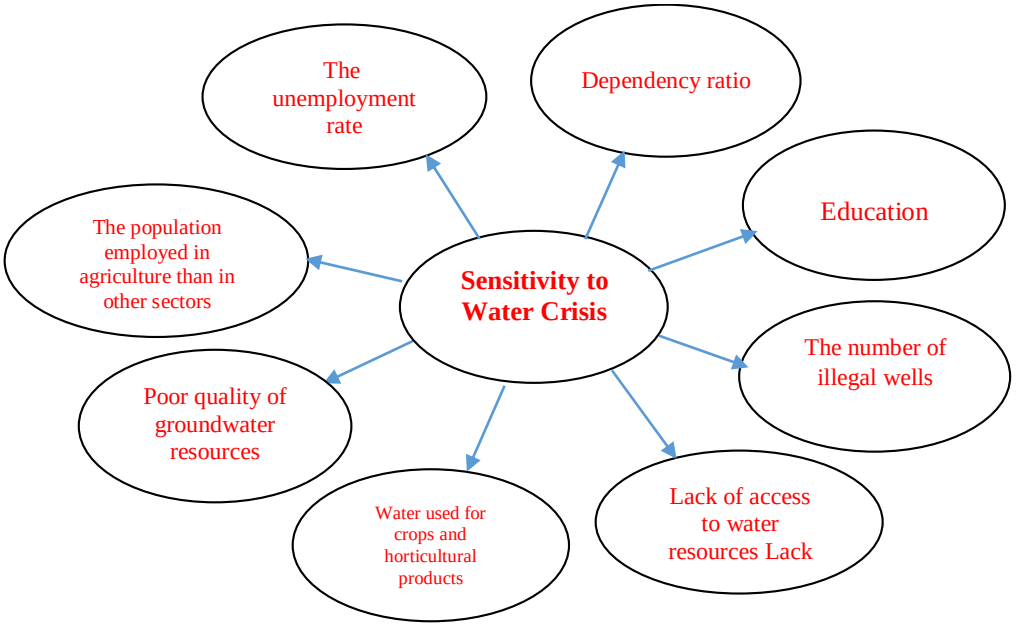

Fig. 1- Sensitivity variables to water crisis

شکل ۱- متغیرهای تشکیل‌دهنده حساسیت نسبت به بحران آب

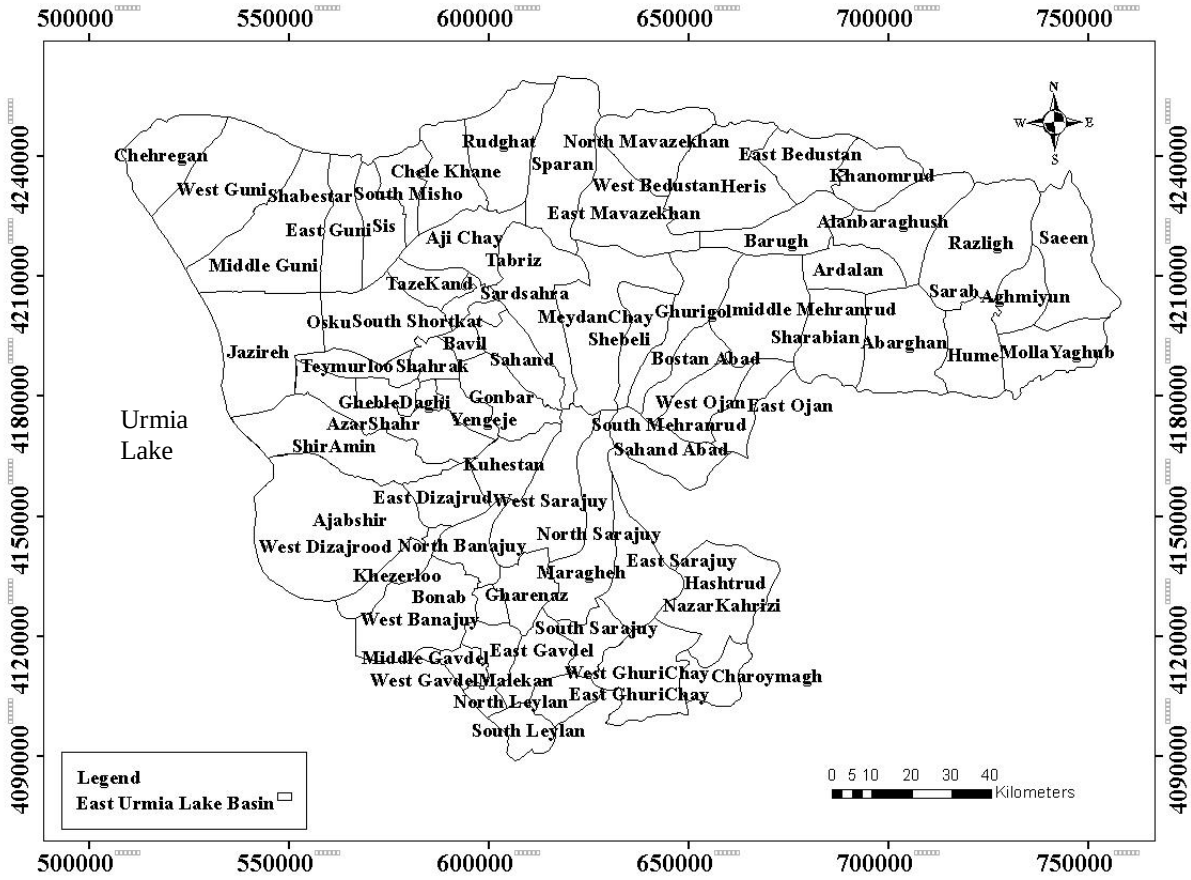

Fig. 2- Eastern regions of Lake Urmia Basin

شکل ۲- دهستان‌های حوضه شرقی دریاچه ارومیه

www.SID.ir

Archive of SID

بدین معنی که محقق بر اساس مشاهدات میدانی و مرور ادبیات موجود در زمینه سنجش حساسیت نسبت به بحران آب اقدامی به ساخت شاخصی نمود که امکان در نظر گرفتن پارامترهای زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی و کشاورزی را داشته باشد (Bank, 1997; Eakin and Tapia, 2008; Vaziri and Majidifard, 2011; Piya et al., 2012; Maleki, 2013; Villar, 2016; Sam et al., 2016; Madani et al., 2016; Silva et al., 2017). مجموع مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده حساسیت دهستان‌های حوضه مورد مطالعه نسبت به بحران دریاچه ارومیه در جدول ۱ ارائه شده است. گردآوری داده‌های مربوط به سنجش حساسیت نیز در دو مرحله صورت گرفت. در مرحله اول، داده‌ها و اطلاعات آماری از سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان آذربایجان شرقی، کارگروه منطقه‌ای احیای دریاچه ارومیه در استان آذربایجان شرقی، کارگروه ملی احیای دریاچه ارومیه در دانشگاه صنعتی شریف، جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی، شرکت ملی منابع آب ایران، شرکت آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی و سازمان حفاظت از محیط زیست استان آذربایجان شرقی گردآوری شد. در مرحله دوم نیز به دلیل عدم وجود آمار دقیق مربوط به برخی از متغیرها و به‌منظور برطرف نمودن نواقص موجود در داده‌های آماری جهت سنجش حساسیت پرسشنامه‌ای طراحی شد تا از کارشناسان مستقر در مراکز خدمات جهاد کشاورزی شهرستان‌های حوضه دریاچه ارومیه نوع، تعداد و سطح زیرکشت هر یک از محصولات غالب زراعی و تمام محصولات باغی در هریک از دهستان‌های حوضه شرقی دریاچه ارومیه در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ بدست آید. روایی صوری پرسشنامه توسط چند تن از اعضای هیئت علمی گروه ترویج و توسعه روستایی دانشگاه رازی و دانشگاه تبریز مورد تأیید قرار گرفت. اعتبار پرسشنامه نیز از طریق روش بازآزمایی مجدد[۴] بررسی گردید (Sarmad et al., 2005). بدین‌ترتیب که ابتدا نسبت به انجام مصاحبه با برخی کارشناسان مستقر در مراکز خدمات کشاورزی اقدام شد (۱۰ نفر) و پس از گذشت یک هفته، با مصاحبه مجدد به افراد مذکور، صحت پاسخ‌های ارائه شده از سوی آنان مورد کنکاش قرار گرفت. مقایسه پاسخ‌های ارائه شده در مقاطع اول و دوم زمانی، نشانگر تشابه زیاد پاسخ‌ها و در نتیجه پایایی مناسب پرسشنامه بود. جامعه آماری این بخش همه مراکز خدمات کشاورزی استان آذربایجان شرقی در حوضه دریاچه ارومیه بود که از هریک از آن‌ها، یک کارشناس به صورت تصادفی انتخاب شد تا پرسشنامه را تکمیل نماید. سپس حساسیت دهستان‌های حوضه شرقی دریاچه ارومیه از طریق مراحل زیر مورد بررسی قرار گرفت:

Table 1 - Description of sensitivity variables of eastern regions of Lake Urmia Basin

جدول ۱- توصیف زیرشاخص‌های حساسیت دهستان‌های حوضه دریاچه ارومیه نسبت به بحران

Variables	Description	Source
Unemployment rate	$\frac{\text{Number of unemployed people}}{\text{Total active population (employed + unemployed)}} \times 100$	Eakin and Tapia (2008)
Dependency ratio	$\frac{\text{Population 65 years and over + Population under 14 years}}{\text{Population aged 15-64}} \times 100$	Piya et al. (2012)
Education	Number of schooling years of household head based on the importance of increasing sensitivity	Eakin and Tapia (2008); Piya et al. (2012)
Distance to Lake Urmia	The distance of each regions from the lake (km) and weight according to the importance of increasing sensitivity	-
The number of illegal wells	The number of illegal wells in each region	Vaziri and Majidifard (2011); Villar (2016); Madani et al. (2016)
Lack of access to water resources	Considering the number of rural area in each region without access to surface and ground water resources	World Bank (1997); Sam et al. (2016)
Water used for dominant crops	Total water applied per hectare for irrigation of dominant crops (Wheat, barley and alfalfa) [A]	Eakin and Tapia (2008); World Bank (1997); Sam et al. (2016)
Water used for Horticultural products	Total water applied per hectare for irrigation of Horticultural products (cherry, blueberries, plums, peanuts, pistachios, apples, walnuts, pears, peaches, nectarines, peaches) [A]	Eakin ans Tapia (2008); World Bank (1997); Sam et al. (2016)
Poor quality of groundwater resources for agriculture irrigation	The quality of water resources for agricultural activities according to Wilcox classification method (springs and wells) [B]	Satish Kumar et al. (2014)
The population employed in agriculture than in other sectors	$\frac{\text{Number of employed people in agriculture sector}}{\text{Total employed people(Agriculture + Industry + Services)}} \times 100$	Maleki (2013)

www.SID.ir

Archive of SID

A: نیاز آبی هر یک از محصولات زراعی و باغی کشت شده توسط جامعه پژوهش در جدول ۲ آورده شده است.

B: روش طبقه‌بندی ویل‌کاکس و برآورد کیفیت منابع آب زیرزمینی بر اساس آن

این روش از اولین روش‌های طبقه‌بندی آب آبیاری بر حسب شوری و نسبت جذبی سدیم، روش آزمایشگاه شوری خاک آمریکا می‌باشد که بر اساس آن نمودار معروف ویل کاکس تهیه شده است در روش ویل‌کاکس، آب‌ها از نظر شوری در چهار گروه و از نظر نسبت جذبی سدیم یا زیان حاصله از سدیم نیز در چهار گروه قرار می‌گیرند (Moazed et al., 2010). خطر شوری حاصل از آب آبیاری زمانی رخ می‌دهد که هدایت الکتریکی آب آبیاری آنقدر زیاد باشد که نمک‌ها در ناحیه توسعه ریشه‌ها تجمع یابند و رشد گیاه را کاهش دهند. شاخص نسبت جذبی سدیم نیز خطر درازمدت سدیم آب آبیاری را نسبت به خـــاک نشان می‌دهد. انباشت سدیم در خاک سبب تخریـــب ساختـــمان خاک می‌شود و نفوذپذیری آن را کاهش می‌دهد (Asghari Mogaddam and Aghazadeh, 2006). با توجه به تأثیری که سدیم روی خاک و تولید محصول دارد، یکی از عوامل اصلی تعیین کیفیت آبیاری محسوب می‌شود (Kirda, 1997). نمودار معروف ویل‌کاکس بر اساس دو عامل نامبرده، رسم و هـر یک از عوامل به چهار قسمت تقسیم شده که رتبه‌بندی آن‌ها به‌صورت زیر است:

گروه سدیمی ۱: (SAR<10) خطرت سدیمی شدن کم،
گروه سدیمی ۲: (10< SAR 20) خطرات سدیمی شدن متوسط،
گروه سدیمی ۳: (20< SAR <28) خطرت سدیمی شدن زیاد،
گروه سدیمی ۴: (SAR >28) خطرت سدیمی شدن بسیار زیاد

که گروه‌های فوق به ترتیب با علائم S_4، S_3، S_2، S_1 نشان داده می‌شوند.

گروه شوری ۱: (EC<250 µmhos/cm) شوری کم،
گروه شوری ۲: (250µmhos/cm< EC<750µmhos/cm) شوری متوسط،
گروه شوری ۳: (750µmhos/cm< EC<2250µmhos/cm) شوری زیاد،
گروه شوری ۴: (EC>2250 µmhos/cm) شوری بسیار زیاد

گروه‌های فوق به ترتیب با علامت C_1، C_2، C_3، C_4 نشان داده می‌شوند (Moazed et al., 2010).

عوامل چهارگانه فوق، در مجموع باعث پدید آمدن ۱۶ گروه کیفیت آب می‌گردند (Mahdavi, 2013). به‌عنوان نمونه آبی که در منطقه C1S2 قرار گیرد بدان معنی است که شوری این آب کم و سدیم آن متوسط است این نمونه آب در گروه‌های آب‌های دارای کیفیت مناسب برای آبیاری قرار می‌گیرد.

در این پژوهش نیز، کیفیت آب زیرزمینی در حوضه شرقی دریاچه ارومیه توسط روش ویل‌کاکس مورد سنجش قرار گرفت. بدین صورت که داده‌ها و اطلاعات مربوط به نمک و نسبت جذبی سدیم موجود در منابع آب زیرزمینی (چاه و چشمه) که توسط آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی در هر یک از فصول سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۲ اندازه‌گیری شده بود، از این شرکت دریافت شد. پس از انجام آزمون کلموگروف- اسمیرنوف و اطمینان از نرمال بودن داده‌ها و محاسبه توسط روش ویل‌کاکس در مناطق مختلف وارد نرم‌افزار ArcGIS شده تا از طریق روش درون‌یابی کریجینگ، کیفیت آب‌های زیرزمینی به تفکیک دهستان‌های مورد مطالعه بدست آید (شکل‌های ۳ و ۴).
درون‌یابی روشی است که در آن میزان متغیرهای پیوسته را در مناطق نمونه‌گیری نشده در داخل ناحیه‌ای که مشاهدات نقطه‌ای پراکنده نشده‌اند، برآورد می‌کند.

Table 2- Crops and orchards water requirement (Source: Arabi Yazdi et al., 2008; Tramshlu, 2012)
جدول ۲- نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی (منبع: عربی یزدی و همکاران، ۱۳۸۷؛ ترامشلو، ۱۳۹۱)

Type of Crops and Horticultural products	Water requirement (m^3ha^{-1})	Type of Crops and Horticultural products	Water requirement (m^3ha^{-1})
Wheat	3615	Grapes	6256
Sunflower	5061	Cherry	11370
barley	2964	Pomegranate	8456
Alfalfa	8897	Apple	6733
Corn	8202	Plum Types	5671
Pea	3827	Walnut	8971
Green beans	4880	Almond	7333
tomato	4863	Pistachios	4000
Sugar beet	9388	Peaches, nectarines, peaches	4585

www.SID.ir

Archive of SID

در واقع درون‌یابی، تغییرات پیوسته فضایی را به‌صورت یک سطح تعریف شده، مجسم می‌سازد (Rostami, 2014 as cited in Ghahrerudi, 2005). این روش، یک روش زمین آماری برای درون‌یابی داده‌ها براساس واریانس فضایی آن‌ها است. مبنای این روش بر آن است که واریانس تابعی از فاصله است. از آنجا که پارامترهای هیدرولوژی به‌عنوان متغیرهای ناحیه‌ای نامنظم‌تر از آن هستند که بتوان آن‌ها را به‌عنوان یک تابع ساده ریاضی مدل کرد، پس بهتر است مبنای مدل‌سازی آن‌ها واریانس درنظر گرفته شود (Matkan et al., 2007). پژوهش‌های داخلی و خارجی نیز نشانگر برتری روش کریجینگ بر سایر روش‌ها می‌باشد (Shabani, 2003; Mirmousavi and Mirain, 2011; Hamidiyanpour et al., 2013; Sivandi and Gharehdaghi, 2014). در نهایت، پس از تعیین وزن دو منبع آب زیرزمینی چشمه و چاه بر اساس اهمیت عدم کیفیت آن‌ها در افزایش حساسیت توسط متخصصان شرکت آب منطقه‌ای استان، نقشه کیفیت آب چاه و چشمه در هریک از دهستان‌های حوضه توسط روش درون‌یابی کریجینگ به دست آمد. نقشه کیفیت منابع آب چاه‌های حوضه دریاچه ارومیه در شکل ۳ نمایش داده شده است. یافته‌های حاصل از نمایش نقشه نمایانگر آن است که دهستان‌های شمال غربی حاشیه دریاچه ارومیه در سطح کیفیت نامناسبی از نظر آب آبیاری برای فعالیت کشاورزی قرار دارند؛ اما، دهستان‌های صائین، آغمیون، ملایعقوب و حومه در شهرستان سراب و همه دهستان‌های شهرستان بستان آباد به جز دهستان مهرانرود مرکزی از کیفیت آبی مناسبی جهت فعالیت کشاورزی برخوردارند.

نقشه کیفیت آب چشمه‌های حوضه شرقی دریاچه ارومیه بر اساس روش ویل‌کاکس در شکل ۴ نمایش داده شده است. بر اساس یافته‌های حاصل از نمایش نقشه، تنها چشمه‌های دهستان‌های اردلان، ابرغان، شربیان واقع در شهرستان سراب و دهستان‌های اوجان غربی، اوجان شرقی، قوریگل، مهرانرود مرکزی واقع در شهرستان بستان آباد دارای سطح کیفیت کاملاً مناسبی از نظر آب آبیاری برای فعالیت کشاورزی می‌باشند سایر چشمه‌های دهستان‌های حوضه دریاچه نیز از نظر شوری و نسبت جذبی سدیم دارای کیفیت نسبتاً نامناسبی برای فعالیت کشاورزی بودند.

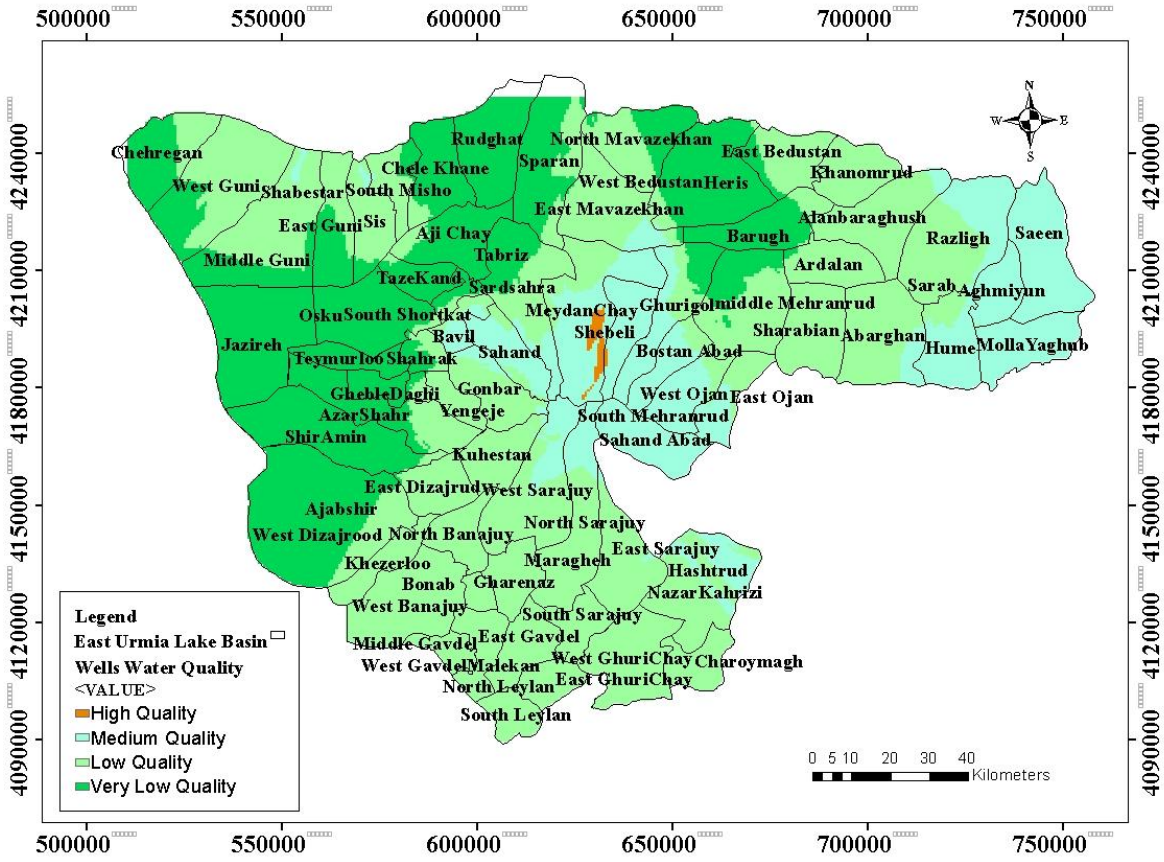

Fig. 3- Water quality map for wells in the East of Lake Urmia Basin based on the Wilcox method

شکل ۳- نقشه کیفیت آب چاه‌های حوضه شرقی دریاچه ارومیه بر اساس روش ویل‌کاکس

www.SID.ir

Archive of SID

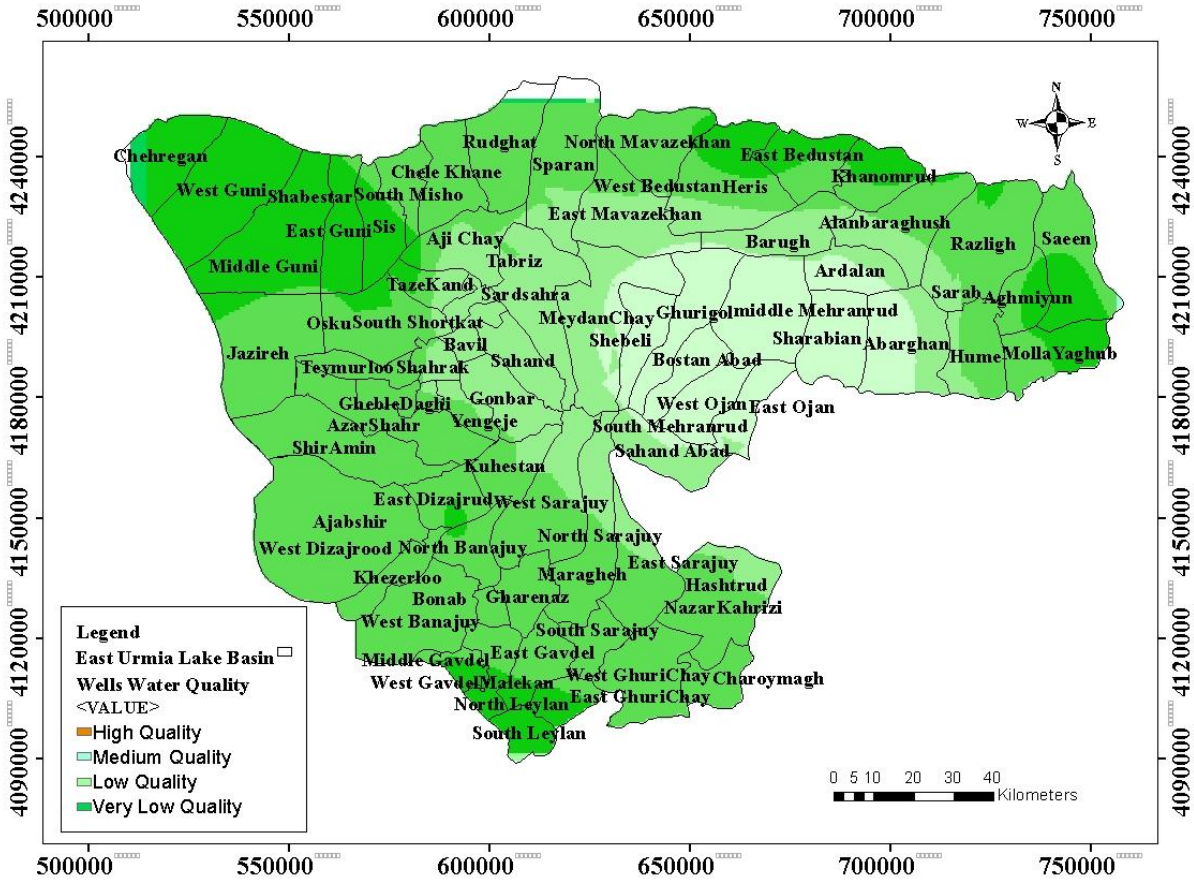

Fig. 4- water quality map foe springs in the East of Lake Urmia basin based on the Wilcox method

شکل ۴- نقشه کیفیت آب چشمه‌های حوضه شرقی دریاچه ارومیه بر اساس روش ویل‌کاکس

پس از محاسبه مقدار مؤلفه‌های تشکیل دهنده حساسیت، از آنجا که هر یک از آن‌ها، دارای مقیاس متفاوت (اسمی، رتبه‌ای و نسبی فاصله‌ای) و واحدهای متفاوت (کیلوگرم، لیتر، متر مربع و غیره) بودند، جهت استاندارد نمودن واحد و مقیاس آن از رابطه زیر استفاده شد (Hahn at al., 2009). این رابطه، تمام داده‌ها را به مقادیری بین صفر و ۱ تبدیل نموده و به آن‌ها حالت نسبی- فاصله‌ای می‌دهد. این معادله، به‌صورت زیر می‌باشد:

$$Index=(S_x-S_{min})/S_{max}-S_{min} \quad (۱)$$

که در آن، S_x مقدار مربوط به گویه مورد نظر، S_{min} کمترین مقدار موجود در بین داده‌های گویه مورد نظر و S_{max} بیشترین مقدار موجود در بین داده‌های گویه مورد نظر می‌باشند. در نهایت، به منظور تعیین وزن هر یک از مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده حساسیت در افزایش حساسیت نسبت به بحران دریاچه ارومیه، از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. بدین صورت که ابتدا، براساس روش نمونه‌گیری هدفمند یا قضاوتی از نوع گلوله برفی ۱۲ نفر از کارشناسان ستاد احیای دریاچه ارومیه، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، مدیریت توسعه روستایی استانداری، مدیریت خانه کشاورز، شرکت آب منطقه‌ای در استان آذربایجان شرقی و اساتید گروه ترویج و توسعه روستایی، اقتصاد کشاورزی، جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی دانشگاه تبریز و کشاورزان خبره و پیشرو در استان آذربایجان شرقی انتخاب شده و سپس پرسشنامه‌ای در اختیار این افراد که از آن‌ها به‌عنوان صاحب‌نظر در جلسات و برنامه‌ریزی‌های کارگروه ملی و استانی ستاد احیای دریاچه ارومیه استفاده شده و از دانش نسبتاً مناسبی در زمینه وضعیت کنونی دریاچه ارومیه و یا موضوع تحقیق برخوردار بودند، قرار گرفت. پس از محاسبه میانگین هندسی امتیازات مقایسه‌های زوجی زیرشاخص‌های سازنده حساسیت نسبت به بحران آب، نسبت به تلفیق آنها با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice و محاسبه وزن‌های نهایی شاخص‌ها اقدام گردید. ویژگی‌های توصیفی پاسخگویان و نتایج حاصل از وزن‌دهی در جدول ۳ و ۴ آمده است. اوزان مربوط به هر یک از مؤلفه‌ها، بین ۱+ و صفر قرار دارد. پس از انجام مراحل فوق، نتایج

www.SID.ir

Archive of SID

حاصل از وزن‌دهی و مقدار عددی هر یک از مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده حساسیت نسبت به بروز بحران در رابطه (۲) قرار داده شد تا میزان حساسیت هر یک از دهستان‌ها نسبت به بروز بحران دریاچه ارومیه بدست آید.

$$S=(S1W1+\ldots+S9W9)/9 \quad (۲)$$

که در آن، S(Sensitivity)، حساسیت در برابر بروز بحران، $S_1 \ldots S_n$، هریک از زیرشاخص‌های شاخص حساسیت و $W_1 \ldots W_n$اوزان مربوط به هریک از زیرشاخص‌های شاخص حساسیت می‌باشند.

۳- یافته‌های پژوهش

ویژگی‌های توصیفی و حرفه‌ای خبرگان و متخصصان استان آذربایجان شرقی که از نظراتشان جهت وزن‌دهی به زیرشاخص‌های حساسیت استفاده شد، در جدول ۳ آمده است. بر اساس داده‌های این جدول، کمترین سطح تحصیلات پاسخگویان دیپلم و بیشتر سطح تحصیلات، دکتری بوده و بیشترین سابقه کار در میان آنان، ۴۰ سال بوده است.

یافته‌های حاصل از مقایسات زوجی مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده حساسیت نشان داد، کیفیت نامناسب منابع آب زیرزمینی جهت انجام فعالیت کشاورزی، بیشترین وزن را در میان مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده حساسیت به‌خود اختصاص داده است. ایـــن بـدان معناست که از نظر متخصصان، این مؤلفه نقش پررنگ‌تری در افزایش حساسیت دهستان‌های حوضه نسبت به بحران دریاچه دارد. بدیهی است، کیفیت نامناسب آب برای انجام فعالیت‌های کشاورزی بر کمیت و کیفیت تولید محصول و درآمد خانوار کشاورز اثر گذاشته که در نهایت سبب افزایش حساسیت آن‌ها می‌شود (جدول ۴).

Table 3- Professional Features of expert panel members

جدول ۳- بررسی ویژگی‌های حرفه‌ای اعضا پانل خبرگان و متخصصان

Experts	Organizational status	Scope of activity	Level of education	work experience
E_1	manager	Governor's Rural Affairs Management	Master of Art (MA)	28
E_2	manager	Regional Office of the Urmia Lake Restoration program	Doctor of Philosophy (Ph.D.)	30
E_3	manager	farmer's house Management	Bachelor	40
E_4	manager	Deputy Head of Infrastructure Supervision of Governor's Rural Affairs Management	Master of Art (MA)	29
E_5	Expert	Deputy Mayor and Rural Development Expert	Ph.D. Student	21
E_6	manager	Consultant Manager and Director of Public Participation of Regional Water Company	Master of Art (MA)	30
E_7	Faculty member	Department of Agricultural Extension and Rural Development at University of Tabriz	Doctor of Philosophy (Ph.D.)	21
E_8	Faculty member	Department of Agricultural Extension and Rural Development at University of Tabriz	Doctor of Philosophy (Ph.D.)	23
E_9	Faculty member	Department of Geography and Rural Planning at University of Tabriz	Doctor of Philosophy(Ph.D.)	5
E_9	Faculty member	Department of Agricultural Economics at University of Tabriz	Doctor of Philosophy (Ph.D.)	22
E_{10}	Faculty member	Department of Natural Geography and Rural Planning at University of Tabriz	Doctor of Philosophy (Ph.D.)	24
E_{11}	Leading farmer	Member of Farmer's House	Diploma	40
E_{12}	Leading farmer	Member of Farmer's House	Diploma	30

www.SID.ir

Archive of SID

Table 4- Weights for sub-components of principal component of sensitivity to Urmia Lake crisis
جدول ۴- اوزان هریک از مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده حساسیت نسبت به بحران دریاچه ارومیه

Component	sub-components	final Weights
Sensitivity to Crisis	Poor quality groundwater resources for agriculture irrigation	0.225
	Lack of access to water resources in each regions	0.191
	Distance to Urmia Lake	0.178
	The number of illegal wells	0.124
	Water used for dominant crops irrigation	0.061
	Water used for horticultural products irrigation	0.049
	Education	0.04
	The population employed in agriculture than other sectors	0.025
	The unemployment rate	0.030
	Dependency ratio	0.027

پس از وزن‌دهی به مؤلفه‌های تشکیل دهنده حساسیت و استاندارد نمودن داده‌ها، شاخص حساسیت از طریق رابطه (۲) برای هریک از دهستان‌های حوضه شرقی مورد محاسبه قرار گرفت. در این بخش، میانگین حساسیت هر یک از دهستان‌های حوضه شرقی در سه طبقه دسته‌بندی شد (جدول ۵). بر اساس یافته‌های حاصل از این بخش، اغلب دهستان‌های حوضه شرقی در گروه دارای حساسیت زیاد قرار گرفته و تنها ۱۸ دهستان نسبت به سایر دهستان‌ها دارای حساسیت کمتری نسبت به بحران دریاچه ارومیه هستند.

Table 5- Classification of regions into classes for sensitivity to Urmia Lake Crisis
جدول ۵- گروه‌بندی دهستان‌های مورد مطالعه بر اساس میزان حساسیت نسبت به بحران دریاچه ارومیه

Sensitivity Class†	Number of Region	Sensitivity score†,††	% of Region
Low	16	0.068[a]	23.52
Moderate	17	0.114[b]	25.00
High	35	0.156[c]	51.47
Total	68	-	100

† Means followed by the dissimilar letters differ significantly ($p<0.05$ for the LSD test)
†† Low score reflects lack of sensitivity

پس از طبقه‌بندی حساسیت، میزان حساسیت هریک از دهستان‌های حوضه دریاچه ارومیه مورد واکاوی قرار گرفت. بر اساس یافته‌های جدول ۶، تقریباً همه دهستان‌هایی که در حاشیه دریاچه ارومیه واقع شده‌اند، حساسیت بیشتری نسبت به بحران دریاچه در برابر سایر دهستان‌ها دارند. به طوری‌که، دهستان‌های واقع در شهرستان‌های شبستر، آذرشهر، عجب شیر، بناب، ملکان و بخشی از دهستان‌های شهرستان تبریز دارای حساسیت بالاتری نسبت به بحران دریاچه ارومیه بودند. در ادامه تفاوت گروه‌های سه‌گانه از نظر مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده حساسیت مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل از بکارگیری آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه، میانگین حساسیت گروه‌های سه گانه از نظر برخی مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده آن با یکدیگر تفاوت داشت. بدین معنی که این مؤلفه‌ها، سبب افزایش میانگین حساسیت در خانوارهای ساکن دهستان‌های حوضه شرقی شده بودند. نرخ بیکاری در خانوارهای دارای حساسیت متوسط و زیاد، با هم متفاوت بود و در خانوارهای دارای حساسیت بیشتر، بالاتر بود ($\bar{x}$=۰/۱۲۶). دهستان‌های دارای حساسیت بالاتر، در فاصله کمتری نسبت به دریاچه ارومیه واقع شده بودند ($\bar{x}$=۰/۹۳۳). تعداد چاه‌های غیر مجاز در دهستان‌های دارای حساسیت کم و متوسط با یکدیگر تفاوت معناداری نداشت اما در دهستان‌های دارای حساسیت زیاد، بیشتر بود ($\bar{x}$=۰/۹۸۹). سایر یافته‌ها در جدول ۷ مشهود است.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر، در راستای بررسی حساسیت ساکنان دهستان‌های حوضه دریاچه ارومیه نسبت به بحران آب صورت گرفت. بر اساس یافته‌های پژوهش، ۵۱/۴۷ درصد خانوارهای کشاورز ساکن دهستان‌های حوضه دارای حساسیت زیادی نسبت به بحران دریاچه ارومیه بودند. سنجش حساسیت نسبت به بحران دریاچه به تفکیک دهستان‌ها نیز نشان داد، اغلب دهستان‌های دارای حساسیت بالا در حاشیه دریاچه ارومیه و در شهرستان‌های شبستر، آذرشهر، عجب شیر، بناب و ملکان واقع شدند. نتایج پژوهش Noori and Aghaei (2012) نیز مؤید این مطلب است که اکثر مناطق حاشیه دریاچه ارومیه به دلیل قرار گرفتن در ارتفاعات زیر ۳۰ متر از سطح دریا دارای خطرپذیری و آسیب‌پذیری بالایی هستند که در صورت جابجایی نمک توسط باد، آبیاری اراضی کشاورزی توسط کشاورزان و شور شدن اراضی آبی و دیم بر مشکلات آن‌ها در طول زمان اضافه شده که در نهایت منجر به مهاجرت صدها هزار نفر از ساکنین حوضه شرقی دریاچه ارومیه خواهد شد.

www.SID.ir

Archive of SID

Table 6- Sensitivity of each regions studied to Urmia Lake crisis

جدول ۶- میزان حساسیت هر یک از دهستان‌های مورد مطالعه نسبت به بحران آب دریاچه ارومیه

Region Name	Sensitivity score	Sensitivity class	Sensitivity ranking	Region Name	Sensitivity score	Sensitivity class	Sensitivity ranking
ShirAmin	0.1714	High	3	MollaYaghub	0.0407	Low	1
Ghazi Jahan	0.1536	High	3	Ardalan	0.1082	Moderate	2
GhebleDaghi	0.1681	High	3	Alanbaraghush	0.1019	Moderate	2
Yengeje	0.1462	High	3	Sharabian	0.1113	Moderate	2
Teymurloo	0.1727	High	3	Chehregan	0.1535	High	3
Dastjerd	0.1712	High	3	West Guni	0.1549	High	3
Shahrak	0.1473	High	3	Chele Khane	0.1460	High	3
Jazireh	0.19	High	3	Rudghat	0.1368	High	3
South Shortkat	0.1776	High	3	South Misho	0.1232	Moderate	2
Bavil	0.114	Moderate	2	Sis	0.1422	High	3
Sahand	0.1129	Moderate	2	East Guni	0.1536	High	3
Gonbar	0.1291	Moderate	2	Middle Guni	0.1548	High	3
East Ojan	0.0863	Low	1	East Dizajrud	0.1417	High	3
Sahand Abad	0.0731	Low	1	Kuhestan	0.1308	High	3
West Ojan	0.0864	Low	1	Khezerloo	0.1532	High	3
Shebeli	0.0912	Low	1	West Dizajrood	0.1628	High	3
Ghurigol	0.0687	Low	1	South Sarajuy	0.1248	Moderate	2
South Mehranrud	0.0668	Low	1	East Sarajuy	0.1044	Moderate	2
middle Mehranrud	0.1074	Moderate	2	West GhuriChay	0.0882	Low	1
East Banajuy	0.1598	High	3	North Sarajuy	0.1497	High	3
NorthBanajuy	0.1474	High	3	West Sarajuy	0.116	Moderate	2
West Banajuy	0.1809	High	3	Ghare naz	0.121	Moderate	2
TazeKand	0.1769	High	3	South Leylan	0.1616	High	3
Lahijan	0.1691	High	3	North Leylan	0.1519	High	3
Aji Chay	0.1567	High	3	East Gavdel	0.1577	High	3
Sparan	0.1388	High	3	West Gavdel	0.168	High	3
Sardsahra	0.1139	Moderate	2	Middle Gavdel	0.1635	High	3
MeydanChay	0.085	Low	1	West Bedustan	0.1316	High	3
East GhuriChay	0.1034	Moderate	2	East Mavazekhan	0.1197	Moderate	2
Abarghan	0.0831	Low	1	North Mavazekhan	0.1257	Moderate	2
Aghmiyun	0.0469	Low	1	Barugh	0.1324	High	3
Hume	0.0443	Low	1	East Bedustan	0.1092	Moderate	2
Razligh	0.0521	Low	1	Khanomrud	0.0736	Low	1
Saeen	0.0359	Low	1	NazarKahrizi	0.0772	Low	1

تفاوت در میزان حساسیت هر یک از دهستان‌ها نشانگر لزوم برنامه‌ریزی و تخصیص منابع مالی متفاوت به دهستان‌های حوضه دریاچه ارومیه است. بدان معنا که در هر یک از کشاورزان ساکن دهستان‌های حوضه دارای حساسیت متفاوت و در نتیجه آسیب‌پذیری متفاوتی هستند. لذا در این رابطه پیشنهاد می‌شود، برنامه‌ریزان و دست‌اندرکاران حوضه دریاچه ارومیه که در رأس آن‌ها کارگروه ملی احیای دریاچه ارومیه قرار دارد، برنامه‌های متفاوت خود را بر مبنای میزان حساسیت دهستان‌های حوضه طراحی نموده و اجرای برنامه‌های وسیع‌تر و تخصیص اعتبارات بیشتری را برای دهستان‌های دارای حساسیت بالاتر در نظر بگیرند. چرا که، بی‌توجهی به میزان حساسیت این دهستان‌ها، سبب عدم تقویت توان سازگاری و در نتیجه آسیب‌پذیری بیشتر آن‌ها در مقابله با بحران دریاچه ارومیه خواهد شد و پیامدهای جبران ناپذیری را در ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی به دنبال خواهد داشت.

در ادامه مشخص شد، دهستان‌های حوضه دریاچه ارومیه، از نظر نرخ بیکاری با یکدیگر دارای تفاوت معناداری هستند و دهستان‌های دارای حساسیت بیشتر، میانگین نرخ بیکاری بالاتری دارند ($\bar{x}$=۰/۱۲۶) و میانگین جمعیت شاغل در بخش کشاورزی این دهستان‌ها نیز بیشتر است ($\bar{x}$=۰/۶۶۴) که با نتایج برخی مطالعات همسویی دارد (Eakin and Tapia, 2008; Maleki, 2013).

www.SID.ir

Archive of SID

Table 7- The difference in three groups of sensitivity in terms of sensitivity components by using one-way ANOVA

جدول ۷- تفاوت حساسیت گروه‌های سه‌گانه از نظر مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده آن با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه

component	sub-components†	Sensitivity			F	Sig
		Low	Moderate	High		
Sensitivity to Crisis	Poor quality groundwater resources for agriculture irrigation	0.045[a]	0.088[b]	0.695[c]	9.452	0.000
	Lack of access to water resources in each regions	0.565[a]	0.717[b]	0.818[c]	11.727	0.000
	Distance to Lake Urmia	0.291[a]	0.666[b]	0.933[c]	4.932	0.000
	Unemployment rate	0.0451	0.053[a]	0.126[b]	2.306	0.003
	The number of illegal wells	0.145*	0.420*	0.989[a]	1.793	0.01
	The population employed in agriculture than other sectors	0.479[a]	0.520[*]	0.664[b]	3.765	0.02
	Water used for horticultural products irrigation	0.024[a]	0.056[*]	0.079*	0.99	0.03
	Dependency ratio	0.77	0.800	0.727	1.365	0.263
	Water used for dominant crops irrigation	0.067[*]	0.053[*]	0.114[a]	1.827	0.420

* In each row, means followed by the same letters do not differ significantly (P>0.05 for the LSD test)

†The represented values are the standardized score of variables, Transformation of data into commensurate indicator values section.

از آنجا که در حال حاضر و بر اساس نتایج مطالعات Urmia Lake Restoration Program (2015)، بخش کشاورزی یکی از اصلی‌ترین مصرف‌کنندگان آب در حوضه بوده و نقش مهمی نیز در پدید آمدن این بحران دارد، پیشنهاد می‌شود جهت کاهش نرخ بیکاری و کاهش فشار بخش کشاورزی بر منابع آب حوضه، برنامه‌هایی جهت تقویت معیشت جایگزین در مناطق دارای حساسیت بالاتر اتخاذ شود. به‌عنوان مثال، در برخی از مناطق روستایی حوضه شرقی دریاچه ارومیه، در گذشته مشاغلی مانند فرش‌بافی وجود داشته که به مرور زمان کمرنگ شده است. بنابراین، به‌علت هم‌سویی این نوع مشاغل با فرهنگ، وضعیت اجتماعی، اقتصادی، جغرافیایی و طبیعی این مناطق، پیشنهاد می‌شود، برنامه‌هایی در راستای احیا و توسعه دوباره آن‌ها اجرا شود. هم‌چنین، اقداماتی در جهت سنجش پتانسیل مناطق برای آغاز فعالیت‌های اقتصادی جایگزین صورت گیرد تا در برخی مناطق روستایی نیز مشاغلی جدید و مطابق با ملاحظات محدودیت آب و بر اساس ارکان توسعه پایدار ایجاد شود. در واقع، ایجاد و توسعه معیشت جایگزین کم آب‌بر در این مناطق علاوه بر ارتقای کیفیت زندگی ساکنان دهستان‌های حوضه در درازمدت نیز به فرآیند احیای دریاچه ارومیه کمک خواهد کرد. نتایج برخی مطالعات نیز نشان می‌دهند، استراتژی‌های مبتنی بر تنوع معیشت روستاییان که بر مبنای انجام سرمایه‌گذاری‌های مکمل کشاورزی یا جایگزین آن در محیط روستا انجام می‌گیرند، می‌تواند در مدیریت شوک و استرس‌های محیطی در زندگی روستاییان نقش مهمی داشته باشد و به آن‌ها کمک نماید تا توان خود را پس از گذراندن این شوک و استرس‌ها بازیابی نمایند (Ebaidalla, 2014; Barrett et al., 2001; Dary and Kuunibe, 2012). در همین زمینه نتایج پژوهشی در سال ۲۰۰۹ نیز نشان داد، شرکت کشاورزان نیجریه‌ای در فعالیت‌های اقتصادی غیرکشاورزی سبب افزایش سرمایه مالی، افزایش توان مقابله با آثار مخرب مربوط به ریسک‌های محیطی و در نهایت، موجب کاهش آسیب پذیری آنان خواهد شد (Oseni & Winters, 2009).

افزایش تعداد چاه‌های غیرمجاز نیز، سبب افزایش حساسیت هریک از دهستان‌های حوضه شرقی دریاچه ارومیه شده که دلیل این امر را می‌توان به‌علت اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی و کاهش سطح آب این منابع، افزایش شوری و در نهایت، کاهش کیفیت منابع آب و خاک دانست که افزایش حساسیت دهستان‌های مورد مطالعه را به‌دنبال داشته است. یافته‌های برخی مطالعات دیگر نظیر Vaziri and Majidifard (2011)، Villar (2015:2016) و Madani et al. (2016) این نتیجه را تأیید می‌کنند. یکی از دلایل حفرچاه‌های غیرمجاز را می‌توان به‌عدم آگاهی مردم از وضعیت بحران آب ایجاد شده در حوضه دریاچه ارومیه دانست. بنابراین، آموزش و آگاه‌سازی مردم روستایی نسبت به بحران پیش‌آمده و پیامدهای منفی آن، می‌تواند نقش مؤثری در افزایش همکاری آنان جهت بستن چاه‌های غیرمجاز داشته باشد. به‌علاوه، دادن مشوق‌های مختلف به داوطلبان بستن این چاه‌ها نیز می‌تواند راهگشا باشد. در همین زمینه نتایج پژوهشی تحت عنوان "رویکرد مشارکتی برای مدیریت یکپارچه آبخوان در مکزیک" در راستای نظارت بر ۹۲۷ حلقه چاه نشان داد، آموزش مهم‌ترین رکن مدیریت مشارکت آبخوان است که برای دستیابی به این هدف باید یک گروه آموزشی توانمند تشکیل شده و

www.SID.ir

Archive of SID

مردم را نسبت به اهمیت مسأله آب و لزوم نظارت توسط خود آنان بر این منبع ارزشمند آگاه سازد. دیگر موارد مهم جهت نظارت بر چاه‌ها در این پژوهش عبارتند از: بهبود آگاهی مردم محلی به وسیله تشکیل گروه‌ها و انعقاد موافقت‌نامه‌های رسمی از طریق افزایش آگاهی و اطلاعات جامعه هدف (Sandoval, 2004).

پی‌نوشت‌ها

1- Falkenmark Index
2- United Nation Index
3- International Water Management Institute Index
4- Test-Retest Reliability

۵- مراجع

Ahmadian MA, Asghari S (2013) Environmental consequences of lower Uremia water loss and rescue solutions. Geography Quarterl 10(4):81-96 (In Persian)

Asghari Mogaddam A, Aghazadeh N (2006) Hydrological assessment and management of groundwater resources in the Harzandat Plain aquifer using mathematical mathematics. Knowledge of Sustainable Agriculture 16(1):73-82 (In Persian)

Bezi Kh R, Khosravi S, Javadi M and HosseinNejad M (2004) The middle East water crisis (challenges and solutions). 4th International Congress of Geographers of the Islamic World, Zahedan (In Persian)

Custodio E (2002) Aquifer over exploitation: what does it mean? Hydrogeology Journal 10(2):257-277

Dary SK, Kuunibe N (2012) Participation in rural non-farm economic activities in Ghana. American International Journal of Contemporary Research 2(8):154-161

Dazé A (2011) Understanding vulnerability to climate change insights from application of CARE's Climate Vulnerability and Capacity Analysis (CVCA) methodology. CARE Poverty, Environment and Climate Change Network (PECCN)

Downing TE (2003) Lessons from famine early warning and food security for understanding adaptation to climate change: toward a vulnerability/adaptation science? In: Smith JB, Klein RJT, Huq S (Eds.) Climate Change, Adaptive Capacity and Development, Imperial College Press, London.

Eakin H, Tapia B (2008) Insights into the composition of household vulnerability from multi criteria decision analysis. Global Environmental Change 18(1):112-127

Ebaidalla E (2014) Determinants of farm household's participation in non-farm income activities: evidence from rural sudan. A Research Proposal Prepared for African Economic Research Consortium, Kenya: University of Khartoum, Sudan

Ehsani M, Khalidi E (2004) Understanding and improving the efficiency of agricultural water to provide water and food security of the country In: Proc. Of Eleventh Conference of Iran's National Irrigation and Drainage Committee, Tehran 657-667 (In Persian)

Hamidiyanpour M, Saligeh M and Falah Ghlhari GhA (2013) Applying types of interpolation methods for spatial analysis and monitoring of SPI drought, case study: Khorasan Razavi Province. Geography and Development 30:57-70 (In Persian)

Fontaine MM, Klein RJT (2002) Assessing vulnerability and adaptation to climate change: an evaluation of conceptual thinking. Paper presented at the UNDP expert group meeting on integration disaster reduction and adaptation to climate change, Havana, Cuba

Ghahrerudi Tali M (2005) An interpolation evaluation using the kriging method. Geographic Research Journal 43:95-108 (In Persian)

Hahn MB, Riederer AM, and Foster SO (2009) The livelihood vulnerability index: a pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change-a case study in Mozambique. Global Environmental Change 19(1):74-88

Hassanzadeh Y (2014) Urmia Lake crisis: water crisis in the country. 10th International Congress on Civil Engineering Tabriz 17-15 (In Persian)

Heltberg R, Osmolovskiy MB (2011) Mapping vulnerability to climate change. Policy Research working paper; no. WPS 5554. Washington, DC: World Bank

Jafari F, Shabanali Fami H and Daneshvar Ameri J (2012) Investigating and analysis of farmer's willingness to participate in drought management projects in Tarom Olia County. Human Geography Research 45(2):179-194 (In Persian)

Joyce LA, Briske DD, Brown JR, Polley HW, Mccarl BA and Bailey W (2013) Climate change and North American rangelands: assessment of mitigation and adaptation strategies. Rangeland Ecology and Management 66:512-528

Keshavarz M, Karami E (2014) Farmers' decision making process under drought. Journal of Arid Environments 108:43-56

www.SID.ir

Archive of SID

1985 to 2010. Environmental Hazards 1(2):79-94 (In Persian)

Oseni G and winters P (2009) Rural nonfarm activities and agricultural crop production in Nigeria. Agricultural Economics 40(2):189-201

Pitman M and Lauchli A (2004) Global impact of salinity and agricultural ecosystems. In: Salinity: Environment-Plants-Molecules, 10.1007/0-306-48155-3, Springer Netherlands 3-49

Piya L, Maharjan LM and Joshi NP (2012) Vulnerability of rural households to climate change and extremes: Analysis of Cheeping households in the Mid-Hills of Nepal. International Association of Agricultural Economists (IAAE), Triennial Conference Brazil

Rostami M, Salajegheh A, Saneie M, and Mahdavi M (2014) Evaluation of interpolation methods in study of bed morphology of rivers and water channels. Iran-Watershed Management Science & Engineering 8(25):57-65 (In Persian)

Sam AS, Kumar R, Kächele H, and Müller K (2016) Quantifying household vulnerability triggered by drought: evidence from rural India. Climate and Development 9(7):618-633

Sandoval R (2004) A participatory approach to integrated aquifer management: the case of Guanajuato State, Mexico. Hydrogeology Journal 12(1):6-13

Sarmad Z, Bazargan A, and Hejazi A (2005) Research methods in behavioral sciences. Publishing Agah 11

Satish Kumar V, Amarender B, Dhakate R, Sankaran S, and Raj Kuma K (2014) Assessment of groundwater quality for drinking and irrigation use in shallow hard rock aquifer of Pudunagaram, Palakkad District Kerala. Applied Water Science 1-19

Shabani M (2009) Applying land statistics methods in drought distribution zoning of Fars Province. Water Engineering Journal 2:31-36 (In Persian)

Shahnooshi N, Dastjerdi S, Derijani A, and Davari K (2009) Drought risk management for sustainable use of agricultural water resources in Golestan Province (A case of Gonbad-e-Kavous County). The Conference on the Quantitative and Qualitative Sustainability of Iran's Water Resources, the Islamic Republic of Iran's Academy of Sciences, Iran

Silva BKN, Lucio PS, Silva CMS, Spyrides MHC, Silva MT and Andrade LMB (2017) Characterization agricultural vulnerability to drought in the Northeast of Brazil. Natural Hazards Earth System, https://doi.org/10.5194/nhess-2017-377

Khademi F, Pirkharrati H and Shahkarami S (2014) Investigation of increasing trend of saline soils around Urmia Lake and its environmental impact, Using RS and GIS. Journal of Engineering Geology and Environment 24(94):93-98 (In Persian)

Khosroshahi M (2014) Water crisis, desertification attack. Journal of Forest and Range 100:38-43 (In Persian)

Kirda C (1997) Assessment of irrigation quality. Options Mediterranean's 367-377

Lee Y J (2013) Social vulnerability indicators as a sustainable planning tool, Environmental. Impact Assessment 44:31-42

Madani K, AghaKouchak A and Mirchi A (2016) Iran's socio-economic drought: challenges of a water-bankrupt nation. Iranian Studies 49(6):997-1016

Mahdavi M (2013) Applied hydrology. Volume II, Tehran University Press, 442p (In Persian)

Maleki T (2013) Vulnerability assessment of farmer's household during drought (A case study of Dorood Faraman Region). M.Sc. Thesis, School of Agriculture, Razi University (In Persian)

Matkan A, Shakiba A and Yazdani A (2007) Evaluation of different interpolation methods on daily rainfall estimation, Case study: Fars Province. Geographic Quarterly Territory 1(13):56-70 (In Persian)

Mirmousavi S H, Mirain M (2011) The application of geostatistics methods in temporal precipitation distribution (Case study: Kerman Province). Geography and Planning Journal 38:153-178(In Persian)

Moazed H, Fazelipour DH, and Behbahani S (2010) Seasonal study of water quality of Karkheh River in terms of agriculture based on different quality indices in Hamidieh Station In: Proc. Of Third National Conference on Irrigation and Drainage Networks Management, Ahwaz, Shahid Chamran University of Ahvaz

Moss RH, Brenkert AL, and Malone EL (2001) Vulnerability to climate change: a quantitative approach. Pacific Northwest National Laboratory 1-88

Nassiri M, Koocheki A, Kamali GA, and Shahandeh H (2006) Potential impact of climate change on rainfed wheat production in Iran. Archives of Agronomy and Soil Sciences 52:113-124

Noori GH and Aghaei R (2012) Assessment of the environmental risks of the Urmia Lake peripheral parts due to the lake's border fluctuations during

www.SID.ir

Archive of SID

Villar P C (2016) Groundwater and the Right to Water in a Context of Crisis. Ambiente & Sociedade 19(1)

Yahyaabadi M and Rezaei M (2008) Water resources management in drought. Magazine of the Municipalities 9(90):24-29 (In Persian)

Youneszadeh S, Sima S, Javadian M, and Tajrishy M (2018) Determining daily variations of river flood plains in the southern buffer zone of Urmia Lake in 2010. Iran-Water Resources Research 14(3):31-41 (In Persian)

Zarafshani K and Sharafi L (2012) Survey of drought management strategies of wheat farmers in Kermanshah Township. Research Project, Razi University (In Persian)

Zarafshani K, Sharafi L, Azadi H, and Van Passel S (2016) Vulnerability assessment models to drought: toward a conceptual framework. Sustainability 8(588):2-21

Sivandi A, Gharehdaghi H (2014) Performance evaluation of some meteorological drought indices in south of Khuzestan province and zoning IT using geographic information system (GIS). Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences 4:730-738

Smit B and Pilifosova O (2003) From adaptation to adaptive capacity and vulnerability reduction. In: Smith J B, Klein RJT and Huq S (Eds.) Climate Change, Adaptive Capacity and Development, Imperial College Press, London

Smit B and Wandel J (2005) Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. Global Environmental Change 16:282-292

Urmia Lake Restoration Program (ULRP) (2015) Analytical report on the desertification of Urmia Lake, the necessity of land and threats. Tehran, Iran (In Persian)

Vaziri SH and Majidifard M R (2011) Stratigraphic situation of the salt deposits in Garmsar area. Journal of Salt 1(1) (In Persian)

www.SID.ir