

تحلیل روند خشک شدن دریاچه ارومیه و مهم ترین تأثیرات آن بر سکونتگاه‌های پیرامونی

* وحید بارانی پسیان^۱، محمد پورا کریمی^۲، باقر فتوحی مهربانی^۳، سعید پورا کریمی^۴

۱- استادیار، گروه جغرافیا، دانشکده فرماندهی و ستاد، دانشگاه علوم انتظامی امین، تهران، ایران.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

حکیده

تاریخ دریافت: ۳۰ مرداد ۱۳۹۵

تاریخ پذیرش: ۰۱ اسفند ۱۳۹۵

روند خشک شدن دریاچه ارومیه، زمینه بروز بحران‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی را در منطقه شمال غرب کشور فراهم کرده است. هدف این پژوهش، بررسی تفصیلی روند خشک شدن دریاچه ارومیه و مهم‌ترین پیامدهای ناشی از آن است. این پژوهش از نوع توصیفی تحلیلی است. داده‌ها با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و پیمایشی جمع‌آوری شده است. به این منظور با استفاده از تصاویر ماهواره لندست، روند خشک شدن دریاچه ارومیه طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ بررسی شد. در مرحله بعد مهم‌ترین تأثیرات خشک شدن دریاچه ارومیه بر سکونتگاه‌های پیرامونی با استفاده از مدل ترکیبی دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه بررسی شد. نتایج پژوهش بیانگر کاهش شدید آب دریاچه طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ است. بر اساس یافته‌ها، معیار زیست‌محیطی با ضریب اهمیت نسبی ۰/۴۹، زیرمعیارهای طوفان‌ها و ریزگردهای نمکی با ضریب اهمیت نسبی ۰/۱۷۸۲، بیابان‌زایی و توسعه آن به نواحی پیرامون با ضریب اهمیت نسبی ۰/۱۲۳۶، قوم‌گرایی و درگیری‌های قومی با ضریب اهمیت نسبی ۰/۰۸۸۴، تشدید نوسانات اقلیمی و تغییر در زمان بندی فصول با ضریب اهمیت نسبی ۰/۰۷۶۷ و از بین رفتن اراضی کشاورزی و حاصلخیزی خاک با ضریب اهمیت نسبی ۰/۰۷۲۰، مهم‌ترین پیامدهای خشک شدن دریاچه ارومیه هستند.

کلیدواژه‌ها:

دریاچه ارومیه، روند خشک شدن دریاچه، مهم‌ترین پیامدها، روش DANP

مقدمه

کوچک شدن مساحت دریاچه هشدار مهمی است؛ زیرا با خشک شدن دریاچه ارومیه، یک کویر نمک به وسعت بیش از ۴۴۰۰ کیلومتر مربع تشکیل می‌شود. باد نمک‌های موجود در شورزارها به سمت مزارع منتقل خواهد کرد و باعث آسیب دیدن مزارع و باغات کشاورزی به خصوص در نقاط روستایی دشت‌های حاصلخیز آذربایجان غربی و شرقی خواهد شد که عمده‌ترین منبع درآمد ساکنان این منطقه است و برای سلامت ساکنان این مناطق تبعات منفی در پی خواهد داشت. تشکیل کویر نمک با این ابعاد باعث تغییر آب‌وهوای منطقه و مانند مناطق اطراف دریاچه اینور، موجب افزایش و شدت طوفان‌های گردوخاک در منطقه خواهد شد (Niqy, & Hassan Nia, 2014).

با توجه به اینکه دریاچه ارومیه مرکز اکوتوریستی مهمی در آذربایجان است، با خشک شدن دریاچه، آذربایجان بزرگ و تمام مناطقی که تحت تأثیر این پدیده قرار دارند، با رکود گردشگر داخلی مواجه خواهند شد. این عوامل به نوبه خود منجر به مهاجرت ساکنان روستاهای این منطقه به شهرهای اطراف و مشکلات اجتماعی در این شهرها خواهد شد. این پژوهش محدوده ۳۰ کیلومتری دریاچه ارومیه را در بر می‌گیرد که شامل ۲۳ شهر و

دریاچه ارومیه بزرگ‌ترین آبگیر دائمی آسیای غربی است که در شمال غرب ایران قرار گرفته است این دریاچه با وسعتی بین ۴۵۰۰ تا ۶۰۰۰ کیلومتر مربع به عنوان بزرگ‌ترین دریاچه داخلی ایران و بیستمین دریاچه جهان اهمیت ویژه‌ای دارد. این دریاچه در حال حاضر درگیر مسائل و تهدیدات زیادی است؛ از جمله تشدید فعالیت‌های کشاورزی و آبیاری، احداث پروژه‌های متعدد توسعه منابع آب، احداث بزرگراه روی دریاچه، افزایش آلودگی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی و شهری، بهره‌برداری ناپایدار از منابع دریاچه و مهم‌تر از همه، وقوع خشک‌سالی‌های شدید در سال‌های اخیر از دغدغه‌ها و تهدیدات اصلی این دریاچه به شمار می‌رود (Alinya, 2016).

بر اساس اعلام اداره کل محیط‌زیست استان آذربایجان غربی (Department of Environment, 2010)، هم‌اکنون ۷۰ درصد از مساحت دریاچه ارومیه خشک شده و بیش از دوسوم از وسعت آبی آن به شورزار تبدیل شده است که میزان غلظت نمک آن به بیش از ۴۰۰ گرم در لیتر رسیده است. این پسروری و

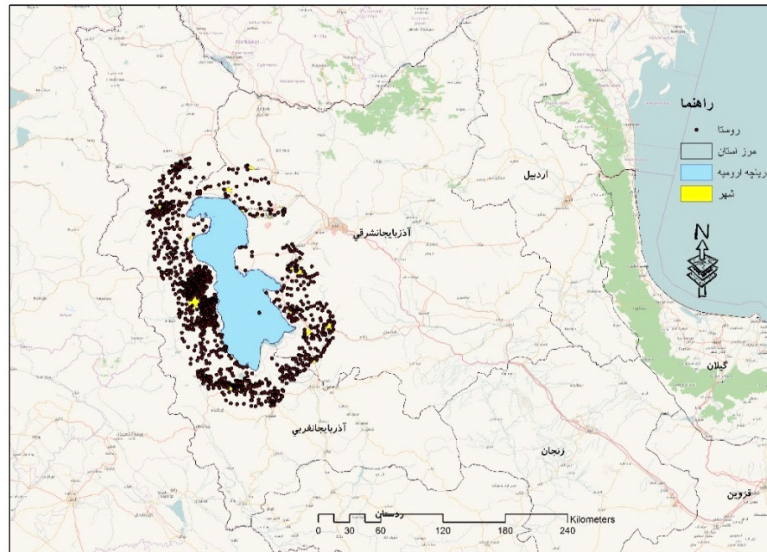
* نویسنده مسئول:

وحید بارانی پسیان

نشانی: تهران، دانشگاه علوم انتظامی امین، دانشکده فرماندهی و ستاد، گروه جغرافیا.

تلفن: ۵۹۷۴۱۶۴ (۹۱۲) +۹۸

پست الکترونیکی: barani.vahid@yahoo.com



تصویر ۱. محدوده ۳۰ کیلومتری دریاچه ارومیه و سکونتگاه‌های پیرامون آن

خواهد شد. تجزیه و تحلیل هزینه و منفعت تأثیرات نامطلوب دریاچه‌های نمکی بسیار نادر است و سازمان‌های بین‌المللی، دریاچه‌های نمکی را به عنوان جزء مهمی از سیستم‌های آبی داخلی به درستی مدنظر قرار نداده‌اند (William, 2002). دریاچه‌های نمکی از اجزاء مهم زیست‌کره به حساب می‌آیند و کاربردهای مهم و ارزشمندی دارند، اما به‌طور گسترده‌ای این کاربردها و ارزش‌ها نادیده گرفته می‌شود. عواملی که موجب این نادیده‌گیری می‌شوند بسیار متنوع هستند و تأثیرات آن‌ها بسیار سریع است.

به‌طور کلی مبحث حفاظت از دریاچه‌های نمکی چندان مدنظر و اولویت دولت‌ها نیست و در نتیجه پیامدهای بسیاری را در پی خواهد داشت. دلایل عمده حفاظت و توجه به سیستم‌های آبی، به‌خصوص دریاچه‌های نمکی عبارتند از: کارکردها و ارزش‌های اقتصادی، فرهنگی، زیبایی‌شناختی، تفریحی، علمی، آموزشی و اکولوژیکی دریاچه‌های نمکی (William, 1993). مسئله خشک‌شدن دریاچه‌ها به عنوان مخاطره آب‌وهوایی بسیار مهم است و اثرات آن بر شرایط آب‌وهوایی مناطق هم‌جوار بسیار تأثیرگذار خواهد بود (Khoshakhlagh, Heidari, Moradi, & Molaee, 2014).

دریاچه ارومیه با توجه به معیارهای مختلف اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی، نقش مهمی در شمال غرب کشور دارد. در سال‌های اخیر دریاچه ارومیه با مشکلات متعددی مانند خشک‌سالی‌های پی‌درپی، استفاده بیش‌ازحد از منابع آب سطحی، احداث سد و غیره مواجه شده که موجبات کاهش آب آن فراهم آمده است؛ به‌گونه‌ای که یک‌چهارم از سطح آب این دریاچه در ۱۰ سال گذشته خشک شده است (Hassanzadeh, Zarghami, & Hassanzadeh, 2011).

در زمینه اثرات خشک‌شدن آب دریاچه‌ها و بیابان‌زایی به‌طور واضح می‌توان به آثار برجای‌مانده از خشک‌شدن دریاچه آرال اشاره

۱۰۷۴ روستا و جمعیتی بالغ بر ۱ میلیون و ۵۹۰ هزار و ۴۸۰ نفر است (تصویر شماره ۱).

با توجه به موارد ذکرشده و اهمیت دریاچه ارومیه به عنوان یک میراث طبیعی ملی و مطالعات صورت‌گرفته، این پرسش مطرح می‌شود که خشک‌شدن دریاچه ارومیه چه روندی را طی کرده است و مهم‌ترین پیامدهای خشک‌شدن دریاچه ارومیه بر سکونتگاه‌های پیرامونی، به‌خصوص سکونتگاه‌های روستایی چیست. نتایج این پژوهش می‌تواند در ارائه تصویری درست از پیامدهای خشک‌شدن دریاچه ارومیه بر سکونتگاه‌های پیرامونی و توجه هر چه بیشتر به این معضل زیست‌محیطی کمک کند.

مروری بر ادبیات موضوع

دریاچه‌های نمک از لحاظ جغرافیایی گسترده و متعدد هستند و بخش قابل‌توجهی از اکوسیستم‌های آبی داخلی جهان را تشکیل می‌دهند (William, 2002). تهدیدات اصلی علیه موجودیت دریاچه‌های نمکی در مقیاس جهانی به ترتیب اهمیت عبارتند از: انحرافات سطح جریان، تغییرات جهانی اقلیم، برداشت از آب‌های زیرزمینی، شوری ثانویه، استخراج معدن، تخریب بیولوژیکی، آلودگی، شکار بیش‌ازحد ماهی و دیگر فعالیت‌های حوضه‌های آبریز (Timms, 2005). تأثیرات چنین فعالیت‌هایی همیشه نامطلوب و شامل تغییر در ویژگی‌های طبیعی دریاچه‌های نمکی، از دست دادن تنوع زیستی و تغییرات اساسی لیمنولوژیکی است. این تأثیرات از نظر جغرافیایی گسترده و غیرقابل برگشت هستند و از ارزش دریاچه‌های نمکی می‌کاهند.

تا سال ۲۰۲۵ بسیاری از دریاچه‌های نمک طبیعی دستخوش تغییرات نامطلوبی خواهند شد. وسعت بسیاری از دریاچه‌هایی که پایدار بوده‌اند، کاهش خواهد یافت و بر میزان شوری آن‌ها افزوده

سلامتی، اجتماعی و اقتصادی تقسیم‌بندی شود. همچنین اکوسیستم بی‌نظیر دریاچه می‌تواند به موازات افزایش میزان نمک، به‌طور کامل تخریب شود (Hoseinpour et al., 2010).

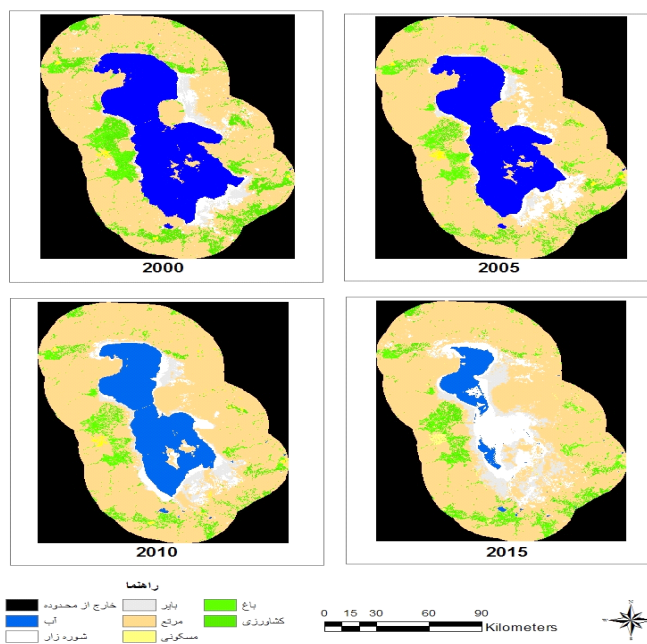
روش‌شناسی تحقیق

پژوهش حاضر از نظر روش‌شناسی توصیفی تحلیلی است. برای رسیدن به هدف اصلی تحقیق که بررسی روند خشک‌شدن دریاچه ارومیه و تأثیر آن بر سکونتگاه‌های پیرامونی بود، از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه سنجنده TM برای سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و سنجنده OLI برای سال ۲۰۱۵ ماهواره لندست استفاده شده است. بدین منظور تصحیحات مورد نیاز در مرحله پیش‌پردازش روی تصاویر با استفاده از نرم‌افزار ENVI انجام شد. این مرحله شامل تصحیحات هندسی و اتمسفری بود که ابتدا تصحیحات هندسی روی تصاویر (ثبت تصویر به تصویر) با دقت زیر ۰/۵ پیکسل اعمال شد. سپس با استفاده از روش‌های درون‌یابی نزدیک‌ترین همسایگی، ارزش پیکسل‌های تصویر مجدداً محاسبه شد. در مرحله بعد تصحیح اتمسفری روی تصاویر اعمال شد. برای این کار از روش چاوز استفاده شد. در نهایت تصاویر مذکور با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال طبقه‌بندی شدند (تصویر شماره ۲).

برای اطمینان از نتایج طبقه‌بندی، صحت طبقه‌بندی ارزیابی شد. در این مطالعه برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی از پارامتر دقت کل و ضریب کاپا استفاده شد. دقت کل نسبت پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده بر تعداد کل پیکسل‌های طبقه‌بندی شده است (Rasouli, 2009). مقدار قابل قبول برای ضریب کاپا عدد یک است. چنانچه این مقدار برابر صفر باشد، طبقه‌بندی کاملاً تصادفی و اگر

کرد که در اثر خشک‌شدن دریاچه و شورزارشدن آن، زمین‌های کشاورزی منطقه نابود شده و دشت‌های وسیعی از نمک شکل گرفته است. این مسئله باعث ایجاد طوفان‌های گردوغباری شده و منطقه‌ای سردسیر در زمستان و بسیار گرمسیر در تابستان ایجاد کرده است (Whish Wilson, 2002). بر اساس گزارش یونسکو، در منطقه آرال سلامت زنان باردار و نوزادان رو به وخامت است؛ به‌طوری‌که هم‌اکنون این منطقه بیشترین میزان مرگومیر نوزادان در جهان را دارد. افزایش نمک و محتویات معدنی در آب این دریاچه عمده‌ترین تأثیر منفی را بر محیط‌زیست داشته است. در مناطق نزدیک به سواحل دریاچه، بیماری‌هایی مانند کم‌خونی، سرطان، ناراحتی کلیوی و کبدی و همچنین بیماری‌های کودکان بیشتر از مناطق دیگر مشاهده شده و بیماری‌های حاد تنفسی نیز دلیل بیش از نیمی از مرگومیر کودکان است (Jensen, Mazhitova, & Zetterstrom, 1997).

بر اساس آمارهای موجود، ۶۷ درصد از سهم عوامل مؤثر در خشک‌شدن دریاچه ارومیه مربوط به عوامل اقلیمی و کاهش میزان نزولات جوئی، ۲۵ درصد مربوط به مصارف آب در بخش کشاورزی، ۵ درصد مربوط به احداث سازه‌های هیدرولیکی مانند سدها بر روی رودخانه‌های حوضه آبریز و ۳ درصد مربوط به عوامل دیگر است (Department of Environment, 2010). دریاچه ارومیه دما و رطوبت منطقه را تعدیل و مکان مناسبی را برای فعالیت‌های کشاورزی فراهم می‌کند. مناظر زیبا و اثرات درمانی آن، دریاچه را به مرکز مهم اکوتوریستی تبدیل کرده است. متأسفانه این ویژگی‌های بی‌نظیر به دلیل خشک‌شدن، در حال از بین رفتن است (Hoseinpour, Fakheri Fard, & Naghili, 2010). تأثیرات خشک‌شدن دریاچه ارومیه می‌تواند به مسائل اکولوژیکی،



تصویر ۲. طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال (منبع: یافته‌های تحقیق)

جدول ۱. دقت کلی و ضریب کاپا تصاویر طبقه‌بندی شده

OLI		TM		
۲۰۱۵	۲۰۱۰	۲۰۰۵	۲۰۰۰	
۴۵/۹۵	۶۲/۹۸	۳۵/۹۵	۷۱/۹۶	دقت کلی
۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۳	ضریب کاپا

منبع: یافته‌های تحقیق

روند خشک‌شدن دریاچه ارومیه طی بازه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵، پیامدهای ناشی از خشک‌شدن دریاچه ارومیه در چهار دسته و پانزده زیرمعیار از ادبیات نظری و پژوهش‌های پیشین مستخرج شد (جدول شماره ۲).

از بین جامعه آماری این پژوهش که شامل متخصصان و کارشناسان دارای سوابق پژوهشی و مدیریتی در زمینه دریاچه ارومیه بودند، با استفاده از نمونه‌گیری سیستماتیک هدفمند ۱۲ کارشناس انتخاب شد. مهم‌ترین پیامدهای خشک‌شدن دریاچه بر سکونتگاه‌های پیرامونی از طریق مدل DANP (ترکیب مدل

مقدار منفی باشد، نشان‌دهنده خطا در طبقه‌بندی است.

برای بررسی دقت طبقه‌بندی در سال‌های مختلف از تصاویر گوگل ارث در نزدیک‌ترین تاریخ ممکن به زمان گرفتن تصویر توسط ماهواره لندست استفاده شد که توان تفکیک مکانی بالایی دارد و تشخیص کلاس‌ها در آن به صورت بصری و به آسانی صورت می‌گیرد. برای برخی کلاس‌ها که در طول زمان پویایی و تغییر کمی دارند مثل کاربری مسکونی، نمونه‌های چک برای بررسی دقت طبقه‌بندی‌ها انتخاب شد. نتایج مربوط به ارزیابی صحت طبقه‌بندی در جدول شماره ۱ آمده است. پس از بررسی

جدول ۲. مهم‌ترین پیامدهای خشک‌شدن دریاچه ارومیه

ابعاد	معیار	اختصار
زیست محیطی	طوفان‌ها و ریزگردهای نمکی	a1
	تشدید نوسان‌های اقلیمی و تغییر زمان‌بندی فصول	a2
	کاهش و از بین رفتن ذخایر میگوی آب شور (آرمیا)	a3
	کاهش و از بین رفتن پرندگان و حیوانات بومی و مهاجر	a4
	بیابان‌زایی و توسعه آن به نواحی کشاورزی و مسکونی اطراف	a5
اجتماعی	مهاجرت از مناطق مجاور دریاچه به‌ویژه تخلیه روستاهای اطراف	b1
	افزایش بیکاری	b2
	کاهش سطح سلامت و بهداشت و ایجاد بیماری‌های صعب‌العلاج	b3
	کاهش امنیت و مشارکت اجتماعی	b4
اقتصادی	افت گردشگری	c1
	از بین رفتن اراضی کشاورزی و حاصلخیزی خاک	c2
	گسترش فقر	c3
سیاسی امنیتی	بی‌اعتمادی نسبت به مسئولان دولتی و استانی و گسترش اعتراضات	d1
	تنش‌های بین‌المللی و دخالت دیگر دولت‌ها	d2
	قوم‌گرایی و درگیری‌های قومی در منطقه	d3

Source: (Garousi et al., 2013; Pengra, 2012; Fraji, Aminian, & Sadegi, 2013; Moghtased Azar et al., 2012; Abbaspour et al., 2012; Karbassi et al, 2010; Hoseinpour, Fakheri Fard, & Naghili, 2010; Nemati, 2016; Alinya, 2016; Revival Chiefs of the Urmia Lake, 2016; Alipour, 2006; Delju et al, 2012; Eimanifar & Mohebbi, 2007; Rafiei, & Jafari, 2013; Niqy & Hassan Nia, 2014)

۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵، ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ و ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ نشان می‌دهد. بررسی ماتریس تغییرات بیانگر آن است که در دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ بیشترین تغییر در کلاس آب مربوط به تبدیل به شوره‌زار بوده است که ۲۴۶/۱۴ کیلومتر مربع (۸ درصد) از مساحت آب به شوره‌زار تبدیل شده است. در همین دوره بیشترین تغییر در کلاس شوره‌زار مربوط به تبدیل به کلاس بایر با ۱۰۱/۶۰ کیلومتر مربع (۱۴/۱۱ درصد) بوده است (تصویر شماره ۳).

در دوره ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ نیز بیشترین تغییر در کلاس آب مربوط به تبدیل به شوره‌زار با ۶۷۰/۰۲ کیلومتر مربع (۱۶/۲۵ درصد) بوده است. در همین دوره ۳۱۶/۶۱ کیلومتر مربع (۳۲/۲۶ درصد) از مساحت شوره‌زار به کلاس بایر تبدیل شده است (تصویر شماره ۴). در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ شاهد بیشترین کاهش در مساحت آب دریاچه بوده‌ایم؛ به طوری که ۱۸۲۹/۷۸ کیلومتر مربع (۵۵/۸۵ درصد) از مساحت آب به شوره‌زار تبدیل شده است. در

دیمتل و فرایند تحلیل شبکه) تعیین و شناسایی شد. چند تن از کارشناسان روایی پرسش‌نامه‌های تحقیق را بررسی و تأیید کردند. پایایی پرسش‌نامه‌ها از طریق ضریب ناسازگاری تعیین شد؛ بدین صورت که اگر این ضریب در ماتریس مقایسات زوجی کمتر از ۰/۱ باشد، پرسش‌نامه پایایی دارد.

یافته‌ها

بررسی روند خشک‌شدن دریاچه ارومیه طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵

با توجه به اینکه هدف این پژوهش بررسی روند خشک‌شدن دریاچه ارومیه و تأثیر آن بر سکونتگاه‌های پیرامونی است، تغییرات دو کلاس آب و نم‌کزار بررسی شد تا بتوان روند خشک‌شدن دریاچه ارومیه را طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ ارزیابی کرد. **جدول شماره ۳ و ۴** روند تغییرات دریاچه را برای سه دوره

جدول ۳. ماتریس تغییرات مربوط به روند خشک‌شدن دریاچه ارومیه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰

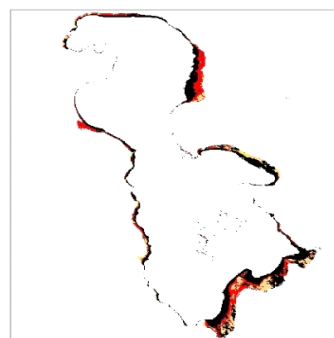
	۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰				۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰			
	شوره‌زار		آب		شوره‌زار		آب	
	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد
آب	۴۱۱۲/۳	۸۵/۸۱	۳۲۷۰/۷۳	۷۹/۳۶۱	۵۷۳/۷۳	۰/۶۷	۰/۹۳	۰/۸۹
شوره‌زار	۲۲۶/۱۴	۸/۸۹	۶۷۰/۰۲	۱۶/۲۵	۵۱/۵۵	۵۰۵/۸۲	۵۱/۵۵	۵۱/۵۵
بایر	۲۴۵/۵۵	۵/۰۶	۱۷۲/۱۹	۴/۱۷	۳۲/۲۶	۳۱۶/۶۱	۳۲/۲۶	۳۲/۲۶
مرتع	۱۰/۹	۰/۲۲	۷/۷۳	۰/۱۸	۱۶/۰۳	۱۵۷/۸۱	۱۶/۰۳	۱۶/۰۳
کشاورزی	۰/۱۱	۰/۰۰۲	۰	۰	۰/۰۱۲	۰/۱۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲
مسکونی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

مجله پژوهش های روستایی

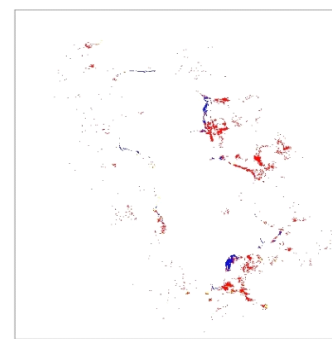
جدول ۴. ماتریس تغییرات مربوط به روند خشک‌شدن دریاچه ارومیه ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵

	۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵			
	شوره‌زار		آب	
	مساحت	درصد	مساحت	درصد
آب	۹۳۶/۴۶	۲۸/۵۸	۰/۳۲	۰/۰۱
شوره‌زار	۱۸۲۹/۷۸	۵۵/۸۵	۱۰۹۶/۹۵	۶۰/۰۳
بایر	۴۸۳/۱۹	۱۴/۴۷	۵۴۸/۷۸	۳۰/۰۳
مرتع	۲۶/۲۳	۰/۸۰	۱۷۹/۹۷	۹/۸۵
کشاورزی	۰/۰۱۲	۰	۰	۰
مسکونی	۰	۰	۰	۰

مجله پژوهش های روستایی



تغییرات کلاس آب در دوره 2000-2005



تغییرات کلاس شوره زار در دوره 2000-2005



0 10 20 40 60 80 Kilometers



تصویر ۳. نقشه تغییرات ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۰ (منبع: یافته‌های تحقیق)

شده است. برای دستیابی به هدف و تعیین مهم‌ترین پیامدها و اثرات و اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارها، مدل تحلیل شبکه ارائه شده است.

تشکیل ماتریس مقایسه زوجی و بردارهای اولویت

در روش ANP نیز همانند AHP، اهمیت نسبی زوج‌های عناصر تصمیم‌گیری در هر خوشه و بردار اولویت خوشه‌ها به‌طور مستقیم از طریق مقایسه‌های زوجی به ازای هر عنصر و سپس محاسبه بردار ویژه متناظر با آن، میزان تأثیر عناصر دیگر بر عنصر مدنظر محاسبه می‌شود. برای این منظور مراحل زیر انجام می‌شود: مقایسه زوجی معیارهای اصلی بر اساس هدف؛ در مرحله نخست به مقایسه زوجی معیارهای اصلی بر اساس هدف پرداخته می‌شود (جدول شماره ۶). برای تجمیع مقایسه‌ها و محاسبه وزن نهایی از تکنیک میانگین هندسی استفاده می‌شود. میانگین هندسی کمک می‌کند ضمن در نظر گرفتن قضاوت هر عضو، قضاوت گروه درباره هر مقایسه زوجی نیز سنجیده شود. نرخ ناسازگاری نیز 0.4544 به دست آمد که نشان می‌دهد مقایسه

همین دوره $548/78$ کیلومتر مربع ($30/03$ درصد) از مساحت شوره‌زار به زمین بایر تبدیل شده است (تصویر شماره ۵).

روند خشک‌شدن دریاچه ارومیه بیانگر کاهش شدید آب دریاچه به‌خصوص در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ است؛ به‌طوری‌که مساحت آب دریاچه از $4791/9$ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۰ به $4112/3$ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۵ و $942/8$ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۵ رسیده است. در همین بازه زمانی مساحت نمکزارهای دریاچه ارومیه از $719/95$ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۰ به $2046/5$ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۵ رسیده است (جدول شماره ۵).

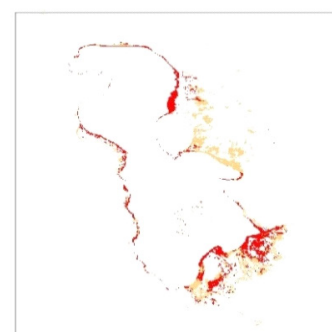
بررسی مهم‌ترین پیامدهای خشک‌شدن دریاچه ارومیه بر سکونتگاه‌های پیرامونی

تشکیل مدل شبکه‌ای و ساختاردهی به مسئله

در مطالعه حاضر پیامدهای ناشی از خشک‌شدن دریاچه ارومیه در ۴ دسته و ۱۶ زیرمعیار از مبانی نظری و پیشینه مستخرج



تغییرات کلاس آب در دوره 2010-2005



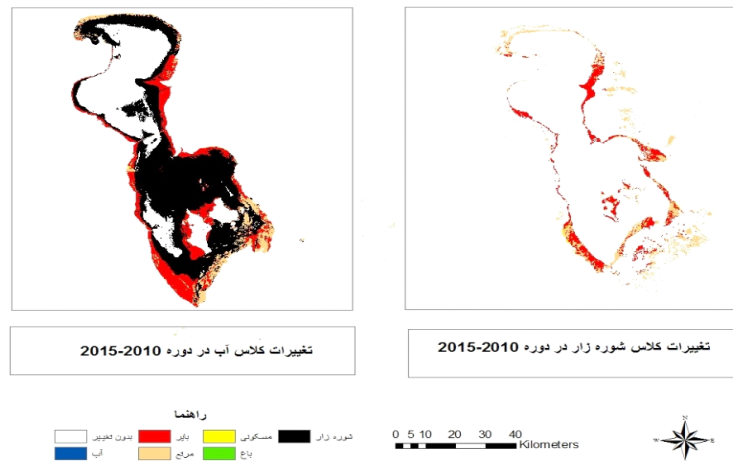
تغییرات کلاس شوره زار در دوره 2010-2005



0 5 10 20 30 40 Kilometers



تصویر ۴. نقشه تغییرات ۲۰۱۰ تا ۲۰۰۵ (منبع: یافته‌های تحقیق)



تصویر ۵. نقشه تغییرات ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ (منبع یافته‌های تحقیق)

نظام‌های پژوهش‌های روستایی

روابط کل به دست آمد (جدول شماره ۸). پس از محاسبه ماتریس روابط کل، میزان R که مجموع سطرهاى هر بعد و ز که مجموع ستون‌های هر بعد یا معیار محاسبه و زمینه برای ترسیم نقشه روابط شبکه آماده می‌شود (جدول شماره ۹). برای تعیین نقشه روابط شبکه (NRM) باید ارزش آستانه مشخص شود. با این کار می‌توان از روابط جزئی صرف‌نظر و شبکه روابط قابل‌اعتنا را ترسیم کرد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط کافی است میانگین ماتریس روابط کل محاسبه شود. پس از تعیین مقدار آستانه، در ماتریس روابط کل اعدادی که از مقدار آستانه کوچکتر باشد، صفر در نظر گرفته می‌شود؛ یعنی آن رابطه علی در نظر گرفته نمی‌شود. در این بخش ارزش آستانه ۰/۵۴۰ به دست آمد، سپس نقشه شبکه روابط معیارها با همدیگر ترسیم

زوجی سازگار است.

مقایسه زوجی روابط درونی معیارهای اصلی: بر اساس مدل پژوهش گام بعدی محاسبه روابط درونی معیارهای اصلی به منظور به‌دست‌آوردن ماتریس است. برای این منظور از روش دیمتل استفاده شد. روش دیمتل یکی از ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره بر مبنای تئوری گراف است که در درک بهتر روابط علی و نقشه روابط شبکه‌ای کاربرد دارد. برای سنجش روابط درونی بین معیارهای اصلی، نظر متخصصان با استفاده از پرسش‌نامه جمع‌آوری و با استفاده از تکنیک میانگین حسابی ادغام شد. ماتریس تجمیع نظرات کارشناسان در زمینه روابط درونی معیارهای اصلی در جدول شماره ۷ آمده است.

در مرحله بعد مراحل مربوط به مدل دیمتل طی شد و ماتریس

جدول ۵. مساحت دریاچه ارومیه به تفکیک آب و شوره‌زار

۲۰۱۵	۲۰۱۰	۲۰۰۵	۲۰۰۰	
۹۴۲/۸	۳۲۷۶/۱	۴۱۱۲/۳	۴۲۹۱/۹	آب
۲۰۴۶/۵	۱۸۱۷/۴	۹۸۱/۲	۷۱۹/۹۵	نمک‌زار

نظام‌های پژوهش‌های روستایی

جدول ۶. مقایسه زوجی معیارهای اصلی و بردار ویژه

D	C	B	A	
۳	۳	۳	۱	زیست‌محیطی (A)
۲	۲	۱	۰/۳۳۳	اجتماعی (B)
۲	۱	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	اقتصادی (C)
۱	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	سیاسی‌امنیتی (D)

نظام‌های پژوهش‌های روستایی

جدول ۷. ماتریس روابط مستقیم

D	C	B	A	
۳	۴	۴	۰	زیست محیطی (A)
۳	۳	۰	۰	اجتماعی (B)
۳	۰	۳/۵	۰	اقتصادی (C)
۰	۱/۵	۱/۵	۰	سیاسی امنیتی (D)

جدول ۸. ماتریس روابط کل

D	C	B	A	
-۰/۶۱۹	-۰/۶۲۴	-۰/۶۴۶	۰	زیست محیطی (A)
-۰/۴۲۴	-۰/۳۷۹	-۰/۱۷۸	۰	اجتماعی (B)
-۰/۴۴۰	-۰/۱۷۸	-۰/۴۳۵	۰	اقتصادی (C)
-۰/۱۱۷	-۰/۲۱۲	-۰/۲۲۰	۰	سیاسی امنیتی (D)

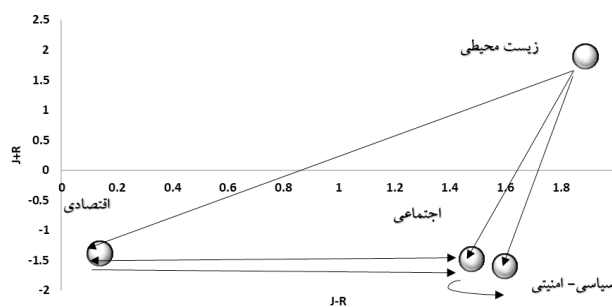
جدول ۹. محاسبه میزان تأثیرگذاری، تأثیرپذیری، تعامل و رابط متغیرها با یکدیگر

J-R	J+R	R	J	
۱/۸۹۰	۱/۸۹۰	۰	۱/۸۹۰	زیست محیطی (A)
-۱/۴۸۰	۱/۴۸۰	۱/۴۸۰	۰/۹۸۲	اجتماعی (B)
-۱/۳۹۰	۱/۳۹۰	۱/۳۹۵	۱/۰۵۳	اقتصادی (C)
-۱/۶۰۰	۱/۶۰۰	۱/۶۰۲	۰/۵۵۰	سیاسی امنیتی (D)

زیست محیطی به عنوان علت پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و سیاسی امنیتی خواهند بود. در این بخش با در نظر گرفتن مقایسه زوجی معیارها، دو حالت ارتباط درونی و بیرونی وزن نهایی نسبی معیارها قابل محاسبه است (تصویر شماره ۷).

شد (تصویر شماره ۶).

همان طور که در تصویر شماره ۶ مشخص است، معیار زیست محیطی در نیمه بالای نمودار جای گرفته و نشان دهنده تأثیرگذاری بالای این معیار بر معیارهای دیگر است. پیامدهای



تصویر ۶. نقشه شبکه روابط معیارها (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

Normal	Inconsistency: 0.04544	Hybrid
اجتماعی		۰/۳۳۱۰۳
اقتصادی		۰/۱۶۳۳۶
زیست محیطی		۰/۴۹۰۰۹
سیاسی-امن		۰/۱۱۵۵۲

مجله پژوهش‌های روستایی

تصویر ۷. وزن نهایی نسبی معیارهای اصلی حاصل از مدل PNA

در این مرحله معیارهای زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی‌امنیتی به صورت زوجی مقایسه می‌شوند و بعد روابط درونی هر یک از زیرمعیارها از طریق روش دیمتل مشخص می‌شود (جدول شماره ۱۰).

محاسبه سوپر ماتریس ناموزون

با استفاده از ماتریس ارتباط داخلی و بردارهای اولویت محاسبه‌شده، سوپر ماتریس اولیه تشکیل شد. پس از محاسبه عناصر تشکیل‌دهنده سوپر ماتریس اولیه، آن‌ها در سوپر ماتریس اولیه جایگزین می‌شوند تا سوپر ماتریس موزون به دست آید.

همان‌طور که در تصویر شماره ۷ مشخص است، معیار زیست‌محیطی با ضریب وزن نسبی ۰/۴۹۰۰۹ بیشترین اهمیت را از نظر کارشناسان کسب کرده است که اهمیت پیامدهای زیست‌محیطی خشک‌شدن دریاچه ارومیه را نشان می‌دهد. بعد از آن معیارهای اجتماعی با ضریب نسبی ۰/۳۳۱۰۳، اقتصادی با ضریب نسبی ۰/۱۶۳۳۶ و سیاسی‌امنیتی با ضریب نسبی ۰/۱۱۵۵۲ در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. البته اثرات متقابل این معیارها و زیرمعیارهای آن‌ها نقش مهمی بر وزن‌دهی آن‌ها دارند، زیرا اثرات زیست‌محیطی می‌تواند منجر به تغییرات در اجتماع و شرایط اقتصادی شود. مقایسه زوجی زیر معیارها:

جدول ۱۰. بررسی تأثیرگذاری، تأثیرپذیری، تعامل و روابط زیرمعیارها با یکدیگر

R-J	R+J	R	J			
۱/۰۳۹	۲/۶۵۹	۱/۸۴۹	۰/۸۱۰	a۱	طوفان‌ها و ریزگردهای نمکی	
-۰/۶۳۴	۲/۲۳۶	۱/۴۳۵	۰/۸۱۰	a۲	تشدید نوسانات اقلیمی و تغییر در زمان‌بندی فصول	
-۰/۶۴۹	۱/۶۶۲	-۰/۵۰۶	۱/۱۵۵	a۳	کاهش و ازبین‌رفتن ذخایر آرمیا	زیست‌محیطی
-۱/۸۷۱	۲/۰۹۴	-۰/۱۱۲	۱/۹۸۲	a۴	کاهش و ازبین‌رفتن حیوانات و پرندگان بومی و مهاجر	
-۰/۸۴۸	۲/۰۴۰	۱/۹۴۴	۱/۰۹۶	a۵	بیابان‌زایی و توسعه آن به نواحی پیرامونی	
-۱/۲۱۷	۶/۸۸۳	۲/۸۳۳	۴/۰۵۰	b۱	مهاجرت از مناطق مجاور دریاچه به‌ویژه روستاهای همجوار	
-۰/۸۳۳	۶/۶۳۶	۳/۷۳۰	۲/۹۰۷	b۲	افزایش بیکاری	اجتماعی
-۰/۹۳۸	۴/۴۹۴	۲/۷۱۶	۱/۷۷۸	b۳	کاهش سطح سلامت و ایجاد بیماری‌های صعب‌العلاج	
-۰/۵۴۴	۵/۵۷۵	۲/۶۰۳	۳/۱۴۷	b۴	کاهش امنیت و مشارکت اجتماعی	
-۰/۱۱۲	۲/۶۰۷	۱/۳۴۷	۱/۳۶۰	c۱	افت گردشگری	
-۱/۴۶۱	۲/۸۳۱	۲/۱۴۶	-۰/۶۸۵	c۲	ازبین‌رفتن اراضی کشاورزی و حاصلخیزی خاک	اقتصادی
۱/۳۴۸-	۳/۵۰۶	۱/۷۰۹	۲/۴۲۷	c۳	گسترش فقر	
-۰/۰۳۹-	۹/۹۸۷	۵/۰۱۳	۴/۹۴۷	d۱	بی‌اعتمادی نسبت به مسئولان دولتی و استانی	
۱/۳۵۸-	۱۱/۶۱۶	۶/۴۸۷	۵/۱۲۹	d۲	تنش‌های بین‌المللی و دخالت‌های دیگر	سیاسی‌امنیتی
۱/۳۹۷	۱۰/۷۲۴	۴/۴۶۶	۶/۰۶۰	d۳	قوم‌گرایی و درگیری‌های قومی در منطقه	

مجله پژوهش‌های روستایی

جدول ۱۲. ضریب اهمیت نسبی شاخص‌ها

وزن نهایی	اختصار	ابعاد و شاخص
۰/۱۷۸۲	a۱	طوفان‌ها و ریزگردهای نمکی
۰/۰۷۶۷	a۲	تشدید نوسانات اقلیمی و تغییر در زمان‌بندی فصول
۰/۰۴۴۹	a۳	کاهش و ازبین‌رفتن آرتمیا
۰/۰۵۴۳	a۴	کاهش و ازبین‌رفتن حیوانات و پرندگان بومی و مهاجر
۰/۱۲۳۶	a۵	بیابان‌زایی و توسعه آن به نواحی کشاورزی و مسکونی
۰/۰۴۸۱	b۱	مهاجرت از مناطق اطراف دریاچه به‌ویژه تخلیه روستاها
۰/۰۶۴۸	b۲	افزایش بیکاری
۰/۰۷۱۲	b۳	کاهش سطح سلامت و ایجاد بیماری‌های صعب‌العلاج
۰/۰۲۵۳	b۴	کاهش امنیت و مشارکت اجتماعی
۰/۰۱۹۰	c۱	افت گردشگری
۰/۰۷۲۰	c۲	ازبین‌رفتن اراضی کشاورزی و حاصلخیزی خاک
۰/۰۴۵۳	c۳	گسترش فقر
۰/۰۴۴۲	d۱	بی‌اعتمادی نسبت به مسئولان دولتی و استانی
۰/۰۴۴۲	d۲	تنش‌های بین‌المللی و دخالت دولت‌های دیگر
۰/۰۸۸۴	d۳	قوم‌گرایی و درگیری‌های قومی در منطقه

مجله پژوهش‌های روستایی

منبع: یافته‌های تحقیق

مرکزی اشاره کرد که بعد از یک دوره خشک‌سالی و ازدست‌دادن وسعت و افزایش شوری آب دریاچه، پیامدهای فراوانی دربر داشت که از جمله آن‌ها می‌توان به ایجاد طوفان‌ها و ریزگردهای نمکی، افزایش بیابان‌زایی به نواحی پیرامون، شوری خاک و از بین رفتن اراضی کشاورزی و تهدید سلامتی ساکنان مناطق اشاره کرد.

دریاچه ارومیه یکی از دریاچه‌های نمکی است که در سال‌های اخیر با مشکلات متعددی مانند خشک‌سالی‌های پایپی، استفاده بیش‌ازحد از منابع آب سطحی، احداث سد و غیره مواجه شده است که موجبات کاهش آب و افزایش میزان شوری آب دریاچه را فراهم کرده است؛ به‌گونه‌ای که سطح وسیعی از آب دریاچه در سال‌های گذشته خشک شده است. در همین راستا این تحقیق بر آن شد تا به تفصیل روند خشک‌شدن دریاچه ارومیه و مهم‌ترین پیامدهای آن را طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ بررسی کند. نتایج حاکی از کاهش شدید آب دریاچه به‌خصوص در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ است؛ به‌طوری‌که مساحت آب دریاچه از ۴۷۹۱/۹ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۰ به ۴۱۱۲/۳ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۵ و ۳۲۷۶/۱ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۰ و در نهایت ۹۴۲/۸ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۵ رسیده است.

در همین بازه زمانی مساحت نمکزارهای دریاچه ارومیه از

سپس به حدی می‌رسند که ضریب اهمیت نسبی شاخص‌ها به دست می‌آید (جدول شماره ۱۱).

به این ترتیب ضریب اهمیت نسبی شاخص‌ها از ستون هدف در سوپر ماتریس حد قابل دستیابی است (جدول شماره ۱۲). همان‌طور که در جدول شماره ۱۲ مشخص است، طوفان‌ها و ریزگردهای نمکی، بیابان‌زایی و توسعه آن به نواحی پیرامونی، قوم‌گرایی و درگیری‌های قومی در منطقه، تشدید نوسانات اقلیمی و تغییر در زمان‌بندی فصول و ازبین‌رفتن اراضی کشاورزی و حاصلخیزی خاک از مهم‌ترین پیامدهای ناشی از خشک‌شدن دریاچه ارومیه است.

بحث و نتیجه‌گیری

دریاچه‌های نمکی جزء مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی داخلی به شمار می‌روند که کارکردها و ارزش‌های فراوانی دارند. از جمله این کارکردها می‌توان به ارزش اکولوژیکی، اقتصادی، فرهنگی، زیبایی‌شناختی، تفریحی، علمی و آموزشی آن‌ها اشاره کرد. خشک‌شدن این دریاچه‌ها در اثر عوامل طبیعی یا انسانی می‌تواند این کارکرد و ارزش‌ها را تحت‌الشعاع قرار دهد و موجب خسارات فراوان شود. در این زمینه می‌توان به دریاچه نمکی آرال در آسیای

۷۱۹/۹۵ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۰ به ۲۰۴۶/۵ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۵ رسیده است؛ به طوری که مقایسه یافته‌ها با پژوهش‌های دیگر (Khademi, Pirkharrati, & Shahkarami, 2015; Zeinali & Asghari Saraskanrod, 2012; Rasouli, 2009) نشان‌دهنده روند افزایشی خشک‌شدن دریاچه ارومیه است. البته تحقیقات ذکر شده اغلب تا سال ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ روند خشک‌شدن دریاچه ارومیه را بررسی کرده‌اند؛ در حالی که تحقیق حاضر با در نظر گرفتن دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ به این نتیجه رسید که در بازه ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ این روند بسیار تشدید شده است و چنانچه روند کنونی ادامه داشته باشد، دریاچه ارومیه به طور قطع به تاریخ می‌پیوندد.

همچنین نتایج نشان داد در صورت خشک‌شدن دریاچه ارومیه، سکونتگاه‌های پیرامون با زیان‌های جبران‌ناپذیر زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی‌امنیتی روبه‌رو خواهند شد. بنابر نظر کارشناسان، پیامدهای زیست‌محیطی، مهم‌ترین این پیامدها و علت پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و سیاسی‌امنیتی خواهد بود. همچنین یافته‌ها نشان داد از بین زیرمعیارها، طوفان‌ها و ریزگردهای نمکی، بیابان‌زایی و توسعه آن به نواحی پیرامونی، قوم‌گرایی و درگیری‌های قومی در منطقه، تشدید نوسانات اقلیمی و تغییر زمان‌بندی فصول و از بین رفتن اراضی کشاورزی و حاصلخیزی خاک از مهم‌ترین پیامدهای ناشی از خشک‌شدن این پهنه مهم آبی هستند. با توجه به اینکه اقتصاد غالب منطقه کشاورزی است، کاهش سطح آب دریاچه و افزایش وسعت نمکزار تهدیدی جدی علیه منطقه شمال غرب کشور است؛ به طوری که وزش بادهای شدید، موجب انتقال نمک به مناطق اطراف می‌شود و این امر منجر به کاهش سطح سلامت، شورشیدن اراضی کشاورزی، کاهش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی و در نتیجه افزایش بیکاری و به تبع آن فقر و مهاجرت خواهد شد.

تشکر و قدردانی

بنا به اظهار نویسنده مسئول مقاله، مقاله حامی مالی نداشته است.

References

- Abbaspour, M., Javid, A. H., Mirbagheri, S. A., Ahmadi Givi, F., & Moghimi, P. (2012). Investigation of lake drying attributed to climate change. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 9(2), 257-66. doi: 10.1007/s13762-012-0031-0
- Alinya, Y. (2016). [The drying of Urmia lake and politics hydro impacts on neighboring areas (Persian)] (MSc. thesis). Tehran: Tehran University.
- Alipour, S. (2006). Hydrogeochemistry of seasonal variation of Urmia salt lake, Iran. *Saline Systems*, 2(1), 2-9. doi: 10.1186/1746-1448-2-9
- Delju, A. H., Ceylan, A., Piguët, E., & Rebetez, M. (2012). Observed climate variability and change in Urmia lake Basin, Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, 111(1-2), 285-96. doi: 10.1007/s00704-012-0651-9
- Organization of Environment Protection. (2010). [Comprehensive planning Urmia lake (Persian)] [Internet]. Retrieves from <http://iarc.ifro.ir/Portals/5a28de6e-2ade-4e31-b95c-eb3886420550/ArticleEx/15735.pdf>
- Eimanifar, A., & Mohebbi, F. (2007). Urmia Lake (Northwest Iran): A brief review. *Saline Systems*, 3(1), 5. doi: 10.1186/1746-1448-3-5
- Fraji, A., Aminian, S., Sadegi, A. (2013). *Effects of drought on the Urmia lake tourism area*. Paper presented at the 5th International Congress geographer's Muslim world, 9 October 2012, Tabriz, Iran.
- Garousi, V., Najafi, A., Samadi, A., Rasouli, K., & Khanaliloo, B. (2013). *Environmental crisis in Urmia lake, Iran: A systematic review of causes, negative consequences and possible solutions*. Paper presented at the 6th International Perspective on Water Resources & the Environment (IPWE), 7-9 January 2013, Izmir, Turkey.
- Hagi, S. (2015). [The effect of Urmia lake water on the development of economic and social surrounding villages (Case study: Rural Bkshlochay city of Urmia) (Persian)] (MSc. thesis). Isfahan: Isfahan University of Technology.
- Hajjarian, M., Hossein Zadeh, O. (2014). *Identify and prioritize risks drying up of Urmia lake to help network analysis process (ANP)*. Paper presented at the 32nd National and the 1st International Geosciences Congress, 16-19 February 2014, Tehran, Iran.
- Hassanzadeh, E., Zarghami, M., & Hassanzadeh, Y. (2011). Determining the main factors in declining the Urmia lake level by using system dynamics modeling. *Water Resources Management*, 26(1), 129-45. doi: 10.1007/s11269-011-9909-8
- Hoseinpour, M., Fakheri Fard, A., & Naghili, R. (2010). *Death of Urmia lake, a silent disaster investigating causes, results and solutions of Urmia lake drying*. Paper presented at the 1st International Applied Geological Congress, 26-28 April 2010, Mashad, Iran.
- Jensen, S., Mazhitova, Z., & Zetterstrom, R. (1997). Environmental pollution and child health in the Aral sea region in Kazakhstan. *Science of the Total Environment*, 206(2-3), 187-93. doi: 10.1016/S0048-9697(97)80009-5
- Karbassi, A., Bidhendi, G. N., Pejman, A., & Bidhendi, M. E. (2010). Environmental impacts of desalination on the ecology of Urmia lake. *Journal of Great Lakes Research*, 36(3), 419-24. doi: 10.1016/j.jglr.2010.06.004
- Khademi, F., Pirkharrati, H., & Shahkarami, S. (2015). [Investigation of increasing trend of saline soils around Urmia lake and its environmental impact, using RS and GIS (Persian)]. *Geoscience Scientific Quarterly Journal*, 24(94), 68-93.
- Khoshakhlagh, F., Heidari, M. A., Moradi, M. A., & Molaei, P. A. (2014). [Numerical simulation the effects of Urmia lake drying up on the temperature regime of Maragheh city (Persian)]. *Geography and Environmental Hazards*, 2(8), 1-18. doi: 10.22067/geo.v0i0.20231
- Moghtased Azar, K., Mirzaei, A., Nankali, H. R., & Tavakoli, F. (2012). Investigation of correlation of the variations in land subsidence (detected by continuous GPS measurements) and methodological data in the surrounding areas of Urmia lake. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 19(6), 675-83. doi: 10.5194/npg-19-675-2012
- Nemati, M. R. (2016). *Reflections on the Urmia lake and its consequences*. Paper presented at the 1st International Congress on Earth, Space and Clean Energy, 5 November 2015, Ardabil, Iran.
- Niqy, R., & Hassan Nia, R. (2014). *Urmia lake drying effects on the environment*. Paper presented at the 32nd National & the 1st International Geosciences Congress, 16-19 February 2014, Tehran, Iran.
- Pengra, B. (2012). The drying of Iran's Urmia lake and its environmental consequences. *Environmental Development*, 2, 128-37. doi: 10.1016/j.envdev.2012.03.011
- Rafiei, P., & Jafari, S. (2013). *Effects of drying of Urmia lake*. Paper presented at the 5th International Congress Geographer's Muslim world, 9 October 2012, Tabriz, Iran.
- Rasouli, A. (2009). [Principles of applied remote sensing with an emphasis on the satellite image processing (Persian)]. Tabriz: University of Tabriz.
- Revival Chiefs of the Urmia Lake. (2016). [Urmia lake revival plan: Challenges and solutions (Persian)] [Internet]. Retrieved from http://ulrp.sharif.ir/sites/default/files/field/files/node_1082_tamhidat_rahkarha.pdf
- Scott, D. A. (2001). [The birds of Urmia lake and adjacent wetlands, Islamic Republic of Iran (Persian)] [Internet]. Retrieved from <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/181/documents/IR38taxo.pdf>
- Timms, B. V. (2005). Salt lakes in Australia: Present problems and prognosis for the future. *Hydrobiologia*, 552(1), 1-15. doi: 10.1007/s10750-005-1501-x
- Whish Wilson, P. (2002). The Aral sea environmental health crisis. *Journal of Rural and Remote Environmental Health*, 1(2), 29-34.
- Williams, W. D. (1993). Conservation of salt lakes. In Lakes, S. V. (Ed.), *Developments in Hydrobiology* (pp. 291-306). Berlin: Springer.
- Williams, W. D. (2002). Environmental threats to salt lakes and the likely status of inland saline ecosystems in 2025. *Environmental Conservation*, 29(2), 154-67. doi: 10.1017/s0376892902000103
- Zeinali, B., & Asghari Saraskanrod, S. (2012). [The investigation of coastline changes in Urmia lake water level and its impact on the urban of its basin (Persian)]. *Biannual Journal of Urban Ecology Researches*, 3(6), 85-98.