

ارزیابی میزان آسیب پذیری ایران در مواجهه با تغییر اقلیم

مهسا محمدخانی^{۱*}سعید جمالی^۲

چکیده

تغییر اقلیم، به هر گونه تغییر واضح و مشخص در الگوهای مورد انتظار برای وضعیت آب و هوایی، که در طولانی مدت در یک منطقه خاص یا برای کل اقلیم جهانی رخ دهد را گویند. این تغییرات به دلیل رخ دادهای غیر عادی در وضعیت آب و هوای زمین به وجود می آیند. ایران نیز همانند بسیاری از کشورها در معرض پدیده های اقلیمی قرار دارد که این امر به نوبه خود باعث تشدید بحران آب و خشکسالی خواهد شد. در این پژوهش جهت برآورد آسیب پذیری ایران، به تحلیل این مسئله در برابر پدیده تغییرات اقلیمی خواهیم پرداخت و برای این منظور شاخص آسیب پذیری این مقوله (CVI) در مقیاس استانی را بکار خواهیم برد. با به کارگیری نتایج این تحقیق راهکارهایی مناسب جهت افزایش سازگاری با شرایط تغییر اقلیم روشن خواهد شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می دهد که استان های همدان و البرز بیشترین میزان آسیب پذیری و به تبع آن کمترین قدرت سازگاری با تغییرات اقلیمی را نسبت به سایر استان ها دارا هستند. از سوی دیگر، استان های خوزستان و تهران به دلیل منابع آب غنی، نرخ با سواد و صنعت از تولید ناخالص داخلی (GDP)، کمترین میزان آسیب پذیری نسبی را دارند. با توجه به وجود اختلافات زیاد در مقوله آسیب پذیری، تصمیم گیرندگان می توانند به توسعه خط مشی هایی در مقیاس استانی بپردازند تا بدین وسیله کنترل بیشتری بر آسیب پذیری داشته باشند.

واژه های کلیدی

تغییر اقلیم، حساسیت، در معرض قرار گرفتن، شاخص آسیب پذیری اقلیمی، ظرفیت تطبیقی.

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد تهران مرکز mah.mohammadkhani.eng@iauctb.ac.ir

۲. استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

مقدمه

می‌آید. این مسئله موجب تشدید پدیده‌هایی از قبیل رخدادهای حدی (خشکسالی‌ها و سیلاب‌ها)، شیوع بیماری‌های واگیردار، تغییر ارتفاع اقیانوس‌ها می‌شود. برآورد تخمین میزان آسیب‌پذیری و به تبع آن آمادگی سیستم‌ها در مواجهه با این تغییرات از مسائل مهم مرتبط با تغییر اقلیم است. به منظور توسعه استراتژی برای انطباق با این تغییرات جهانی، در نخستین گام لازم است که ارزیابی صحیحی از این آسیب‌پذیری انجام گیرد.

شاخص‌های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی در سراسر جهان برای نشان دادن شرایط انسان و اکوسیستم‌های طبیعی استفاده می‌شوند. ساختار شاخص بسته به اندازه‌گیری و نیاز گزارش در نظر گرفته شده متفاوت است. دو نوع ساختار برای شاخص‌ها شناسایی شده‌اند: دسته اول، ساختارهایی است که شرایط سیستم را اندازه‌گیری می‌کنند و دسته دوم، روابط علت و معلولی را اندازه می‌گیرند. بسیاری از شاخص‌های امروزی ترکیبی از دو دسته فوق هستند که شرایط کنونی و عواملی که وضعیت را تشدید می‌کنند را مورد شناسایی قرار می‌دهند (SRWP^۱، ۲۰۱۰).

تعیین معیار برای آسیب‌پذیری مشکل است (دانینگ^۲ و همکاران، ۲۰۰۱). برای نخستین‌بار، شاخص آسیب‌پذیری اقلیمی^۳ در سال ۲۰۰۵ ارائه شد (سولیوان و میغ^۴) و یونسکو^۵ آن را به عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی ارزیابی مورد استفاده قرار داد. از این شاخص در گزارش توسعه جهانی آب سازمان ملل متحد نیز استفاده شده است. شاخص آسیب‌پذیری اقلیمی می‌تواند آسیب‌پذیری انسانی را در هر مکان دلخواهی به صورت کمی نمایش دهد. این شاخص، طیف گسترده‌ای از عوامل اجتماعی و فیزیکی در مقیاس مکانی را نشان می‌دهد. این

تغییر اقلیم یکی از چالش‌های مهم در زندگی بشر به حساب

شاخص بر پایه مفاهیم شاخص فقر آبی (WPI) ارائه شده است. برای به دست آوردن این شاخص، داده‌های اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و فیزیکی با یکدیگر ادغام شده تا برآورد واقع بینانه‌ای از آسیب‌پذیری را ارائه دهند (سولیوان و میغ، ۲۰۰۵). در طول ده سال گذشته، تعدادی از شاخص‌های مربوط به آسیب‌پذیری، پایداری و کیفیت زندگی به دست آمده‌اند. در میان آنها می‌توان به شاخص آسیب‌پذیری اجتماعی، تغییرات اقلیم در آفریقا (SVA) (وینست^۶، ۲۰۰۴)، شاخص آسیب‌پذیری رایج (PVI) (ادگر^۷، ۲۰۰۴)، شاخص آسیب‌پذیری زیست محیطی (EVI) (UNEP^۸، ۲۰۰۹)، شاخص پایداری زیست محیطی (ESI) (استی^۹ و همکاران، ۲۰۰۵)، شاخص توسعه انسانی (HDI) (بورد شارپس^{۱۰} و همکاران، ۲۰۰۹) و شاخص رفاه انسانی (HWI) (پرستاتک^{۱۱}، ۲۰۰۱) اشاره کرد. بسیاری از این تلاش‌ها مقایسه‌هایی در سطح ملی و با توجه کمتری به سطوح منطقه‌ای بوده است. به عبارت دیگر، این شاخص‌ها برای مقایسه‌ای یکسان جهت توصیف کل کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد، هر چند که در هر کشوری تفاوت‌هایی قابل ملاحظه به

لحاظ حساسیت، در معرض قرار گرفتن و اثرات وجود دارد. پژوهش‌ها در زمینه ارزیابی توسعه کمی شاخص‌های حساسیت و سازگاری اقلیمی در مقیاس‌های مختلف، ادامه دارد (هان^{۱۲} و همکاران، ۲۰۰۹). شاخص‌های حساسیت و سازگاری اقلیمی مانند سایر شاخص‌های ذکر شده با مشکلات زیادی روبه‌رو بوده‌اند (اریکسن و کلی^{۱۳}، ۲۰۰۷). لازم به ذکر است که دانش لازم برای درک آسیب‌پذیری تنوع آب و هوا و نسبت آن با شناسایی خطرات، از رشد کافی برخوردار نیست. یکی از مشکلات موجود عدم ارائه روش‌های مناسب جهت ادغام فاکتورهای مختلف است.

8 United Nations Environment Programme

9 Esty

10 Burd-Sharps

11 Prescott-Allen

12 Hahn

13 Eriksen & Kelly

1 Sacramento River Watershed Program

2 Downing

3 Climate Vulnerability Index (CVI)

4 Sullivan and Meigh

5 United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

6 Vincent

7 Adger

در حال ارزیابی هستند، تغییرات محلی در داخل کشور نیز می-تواند آشکار شود. هر چند که تاکنون هیچ بحث نظری در مورد انتخاب شاخص یا شاخص‌های خاص مطرح نشده است (سولیوان و هانتینگفورد^۵، ۲۰۰۹)، با این وجود این مسئله یکی از دست-آوردهای مهم در این زمینه و به‌عنوان چارچوبی در جهت تحلیل و ارزیابی آسیب‌پذیری به حساب می‌آید (پولسکی^۶ و همکاران، ۲۰۰۷).

روش کار

شاخص CVI برای مدیریت یکپارچه منابع آبی به کار می‌رود. این شاخص توسعه یافته‌ی شاخص WPI است و از شش محور اصلی برای نشان دادن تأثیر تغییرات آب و هوایی بر منابع آب تشکیل شده است. این مؤلفه‌ها عبارت‌اند از منابع (R)، ویژگی‌های جغرافیایی (G)، استفاده و بهره‌وری اقتصادی (U)، دسترسی (A)، ظرفیت (C)، حفظ یکپارچگی زیست محیطی (E).

هر کدام از اجزای اصلی WPI یعنی منابع، دسترسی، ظرفیت، استفاده و محیط زیست به آسیب‌پذیری انسانی مربوط هستند و آن دسته از متغیرهایی که منحصراً به اثرات تغییرات اقلیمی مرتبط هستند برای محاسبه CVI در نظر گرفته شده‌اند. در این راستا مطالعات متعدد کشوری در مقیاس منطقه‌ای انجام شده است. انتخاب زیر شاخص‌ها باید با در نظر داشتن رابطه آسیب-پذیری و تغییرات اقلیمی صورت گیرد. بهترین راه برای انتخاب این زیر شاخص‌ها مشورت با متخصصین مربوطه است. جدول (۱) داده‌های انتخابی مورد نظر برای این پژوهش را نشان می‌دهد. پس از انتخاب داده‌های مربوطه، شاخص نهایی برای مناطق مختلف از میانگین‌گیری این شش مؤلفه به دست خواهد آمد (رابطه ۱).

$$CVI = \frac{r_r R + r_a A + r_c C + r_u U + r_e E + r_g G}{r_r + r_a + r_c + r_u + r_e + r_g} \quad (1)$$

در رابطه فوق، r وزن مؤلفه هر فاکتور است که در اینجا برای هماهنگ بودن با تحقیقات جهانی انجام شده، یکسان در نظر

کشور ایران در منطقه خاورمیانه واقع شده است. این کشور از شمال به دریای خزر و از جنوب به خلیج فارس و دریای عمان محدود می‌شود. ایران دومین کشور بزرگ خاورمیانه به حساب می‌آید و از لحاظ آب و هوایی از اقلیم متغیری برخوردار است. دمای آن از ۲۰- درجه تا ۵۰+ درجه سلسیوس در کل کشور متغیر است (مدنی^۱، ۲۰۱۴). پراکندگی بارش در سراسر کشور یکسان نیست (UNFCCC^۲، ۲۰۰۳). در قسمت‌های مرکزی ایران میزان بارندگی کمتر از ۵۰ میلی‌متر و در سواحل دریای خزر تا ۱۰۰۰ میلی‌متر در سال است. میانگین بارندگی سالیانه در حدود ۲۴۰ میلی‌متر است که این میزان کمتر از یک سوم میانگین بارندگی سالیانه در سطح جهان است. حجم بارش سالیانه ایران حدود ۴۰۰ میلیارد متر مکعب برآورد شده که از این میان حدود ۱۰۵ میلیارد متر مکعب به آبهای سطحی تبدیل می‌شود (شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران، ۱۳۹۰). سرانه منابع آبی تجدیدپذیر هر فرد در طول دوره ۲۰۱۲-۱۹۶۲، ۷۰٪ کاهش داشته است (FAO^۳، ۲۰۱۰). دلیل عمده این امر را رشد سریع جمعیت (۳/۷ برابر شدن) و کاهش بارندگی دانسته‌اند (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). بیشترین میزان آب (۹۲٪) برای مصارف کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بر اساس تعریف هیأت بین دولتی تغییرات آب و هوایی (IPCC^۴)، آسیب‌پذیری تحت تأثیر بزرگی و شدت حوادث اقلیمی که یک سیستم در آن در معرض اثرات منفی قرار می‌گیرد، معنا پیدا می‌کند (IPCC، ۲۰۰۷). بنابراین ارزیابی آسیب‌پذیری اهمیت زیادی دارد. ادغام مجموعه داده‌های بزرگ و پیچیده به‌منظور بررسی وضعیت موجود و برای تصمیم‌گیری‌های زیست محیطی بسیار مهم است. بر همین اساس آسیب‌پذیری در سطح استان‌های ایران و با استفاده از شاخص آسیب‌پذیری اقلیمی (CVI) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. رویکرد این شاخص برای نواحی بزرگ مقیاس قابل استفاده است. این مسئله به این معنی است که درحالی‌که کل یا مناطقی از کشور

در متغیرهای مشخص شده با علامت *، ارزش شاخص با استفاده از (ارزش شاخص - ۱۰۰) معکوس شده است. این عمل برای اطمینان حاصل کردن از اینکه ارزش شاخص‌ها با مقادیر بالا، حساسیت را در تمام موارد نشان می‌دهد، ضروری است. به‌طور مثال در مورد سطح باسوادی، هر جا که سطح سواد بالا باشد، سرمایه انسانی بیشتری موجود است و به‌عبارتی آسیب‌پذیری کمتر می‌شود. حال آنکه با معکوس کردن ارزش شاخص، هرچه شاخص مقدار بیشتری داشته باشد سطح سواد پایین‌تر و به‌تبع آن آسیب‌پذیری بیشتر خواهد بود.

گرفته شده است (سولیوان و میخ، ۲۰۰۵). بدیهی است که شاخص‌ها در واحدها و مقیاس‌های مختلفی هستند. بنابراین، هر کدام از این متغیرها باید در ابتدا نرمال شده تا قابل مقایسه شوند. برای این منظور در سال ۲۰۰۲ از روشی که توسط برنامه توسعه سازمان ملل متحد (UNDP^۱) برای استخراج "شاخص توسعه انسانی" به‌کار گرفته شده بود، استفاده شد تا داده‌ها بدون واحد و با مقادیر خود بین اعداد ۰ و ۱۰۰ استاندارد شوند (UNDP، ۲۰۰۲).

$$(۲) \quad \text{مقدار حداقل} - \text{مقدار حداکثر} = \frac{100 \times (\text{مقدار واقعی} - \text{مقدار حداقل})}{\text{مقدار حداکثر} - \text{مقدار حداقل}}$$

ارزش شاخص

جدول (۱): متغیرهای شاخص آسیب‌پذیری اقلیمی

مؤلفه‌های CVI	متغیر	واحد	منبع
منابع (R)	ارزیابی آب‌های سطحی *	میلیون متر مکعب	طرح جامع آب کشور
	میزان تخلیه آب زیرزمینی	میلیون متر مکعب	طرح جامع آب کشور
	بارندگی *	میلی‌متر در سال	شرکت مدیریت منابع آب ایران
	ارزیابی ظرفیت ذخیره‌سازی آب و قابلیت اطمینان منابع *	میلیون متر مکعب	طرح جامع آب کشور
دسترسی (A)	دسترسی به آب سالم و بهداشتی *	نفر	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
	جمعیت تحت پوشش تاسیسات فاضلاب *	نفر	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
	میزان اراضی کشاورزی آبی	هکتار	وزارت جهاد کشاورزی
ظرفیت (C)	درآمد *	ریال	مرکز آمار ایران، دفتر حساب‌های اقتصادی
	سرمایه‌گذاری آب به‌عنوان درصدی از سرمایه‌گذاری‌های ثابت کل *	ریال	طرح جامع آب کشور
	سطح آموزش *	نفر	وزارت آموزش و پرورش
	میزان مرگ و میر زیر پنج سال	نفر	وزارت کشور
استفاده و بهره‌وری اقتصادی (U)	نرخ مصرف آب‌های خانگی	لیتر بر شبانه روز	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
	استفاده از آب کشاورزی و صنعتی و شهری و سهم آن‌ها از تولید ناخالص داخلی *	ریال	مرکز آمار ایران، دفتر حساب‌های اقتصادی
حفظ یکپارچگی زیست محیطی (E)	تراکم دام	تعداد احشام بر مساحت	وزارت جهاد کشاورزی
	انواع راه‌های تحت حوزه استحفاظی وزارت راه و ترابری	کیلومتر	وزارت راه و شهرسازی
	از دست‌دادن زیستگاه	هکتار	سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور
	تناوب خشکسالی	-	سازمان هواشناسی ایران

مؤلفه های CVI	متغیر	واحد	منبع
ویژگی های جغرافیایی (G)	میانگین فاصله از مراکز استان	کیلومتر	سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای
	تراکم جمعیت انسانی	تعداد نفرات بر مساحت	مرکز آمار ایران
	میزان پوشش گیاهی *	هکتار	سازمان جنگل ها، مراتع و آبخیزداری کشور

متغیرهای مشخص شده با علامت * می باید معکوس شوند تا منعکس کننده اثرات منفی باشند. به عنوان مثال، بارندگی های زیاد باعث افزایش منابع آب و در نتیجه کاهش آسیب پذیری آب می شود و یا تراکم بالای دام آسیب پذیری را افزایش می دهد. این بدین معنی است که امتیاز باران برای بازتاب تأثیر آن بر نمره کلی CVI باید معکوس شود.

ارائه نتایج

شکل (۱) پهنه بندی هر یک از مؤلفه های شاخص آسیب پذیری را نمایش می دهد. طبق این شکل، استان های چهارمحال و بختیاری و ایلام بیشترین آسیب پذیری و استان های کرمانشاه و فارس کمترین میزان آسیب پذیری را در محور ویژگی های جغرافیایی؛ استان های فارس، سیستان و بلوچستان، خراسان رضوی و مرکزی کمترین میزان آسیب پذیری در محور حفظ یکپارچگی زیست محیطی؛ استان های بوشهر، ایلام، کردستان و گلستان بیشترین آسیب پذیری و استان های چهارمحال و بختیاری، مرکزی، البرز، قزوین، زنجان، آذربایجان غربی، کرمانشاه و خراسان شمالی کمترین میزان آسیب پذیری در محور استفاده و بهره وری اقتصادی؛ استان های سیستان و بلوچستان، کرمان، فارس، یزد، مرکزی، تهران، لرستان، خوزستان بیشترین آسیب پذیری و استان های زنجان، چهارمحال و بختیاری کمترین میزان آسیب پذیری در محور ظرفیت؛ استان های هرمزگان، سیستان و بلوچستان، یزد و قم بالاترین میزان آسیب پذیری و استان های زنجان، مرکزی، مازندران کمترین میزان آسیب پذیری را در محور منابع؛ استان های یزد، خوزستان، خراسان رضوی، گلستان، گیلان، قزوین و کرمانشاه، آسیب پذیرترین، استان های چهارمحال و بختیاری و البرز کمترین آسیب پذیری را در محور دسترسی به خود اختصاص داده اند.

وضعیت آسیب پذیری نسبت به تغییرات اقلیمی فعلی در شکل (۲) نمایش داده شده است. بر اساس شکل فوق، استان های همدان، البرز و قم بیشترین و استان های خوزستان، تهران و اصفهان کمترین میزان آسیب پذیری را دارا هستند. برای ارائه تحلیل مناسبی از دلایل این امر، بهتر است که نتایج عملکرد عناصر مهم تأثیرگذار مورد بررسی قرار گیرد تا از این طریق نقاط ضعف و قدرت هر استان شناسایی و سپس با توجه به قابلیت های موجود، کمبودها و کاستی های آنها جبران شوند (شکل های (۳) و (۴)). به عنوان مثال در استان همدان، دو مؤلفه ظرفیت (C)، استفاده و بهره وری اقتصادی (U) مهم ترین مؤلفه هایی هستند که باعث آسیب پذیری در سال ۱۳۹۰ شده اند (جدول (۲)). از دلایل مهم این امر می توان به بالاترین نرخ از دست دادن زیستگاه ها به دلیل آتش سوزی های اتفاقی و کمترین میزان سرمایه گذاری در منابع آبی (طرح جامع آب کشور، ۱۳۹۱) و پایین بودن سطح سواد (۲٪) نسبت به سایر استان ها اشاره نمود (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). برای استان البرز که از لحاظ آسیب پذیری بعد از استان همدان قرار دارد، مؤلفه تنوع مکانی (G) و استفاده و بهره وری اقتصادی (U) مهم ترین مؤلفه های این رخداد محسوب می شوند. از علل آن نیز می توان به بالا بودن سهم تولید ناخالص داخلی از آب های صنعتی (به دلیل وجود کارخانجات صنعتی فعال در این منطقه) و پایین بودن میزان پوشش گیاهی اشاره نمود.

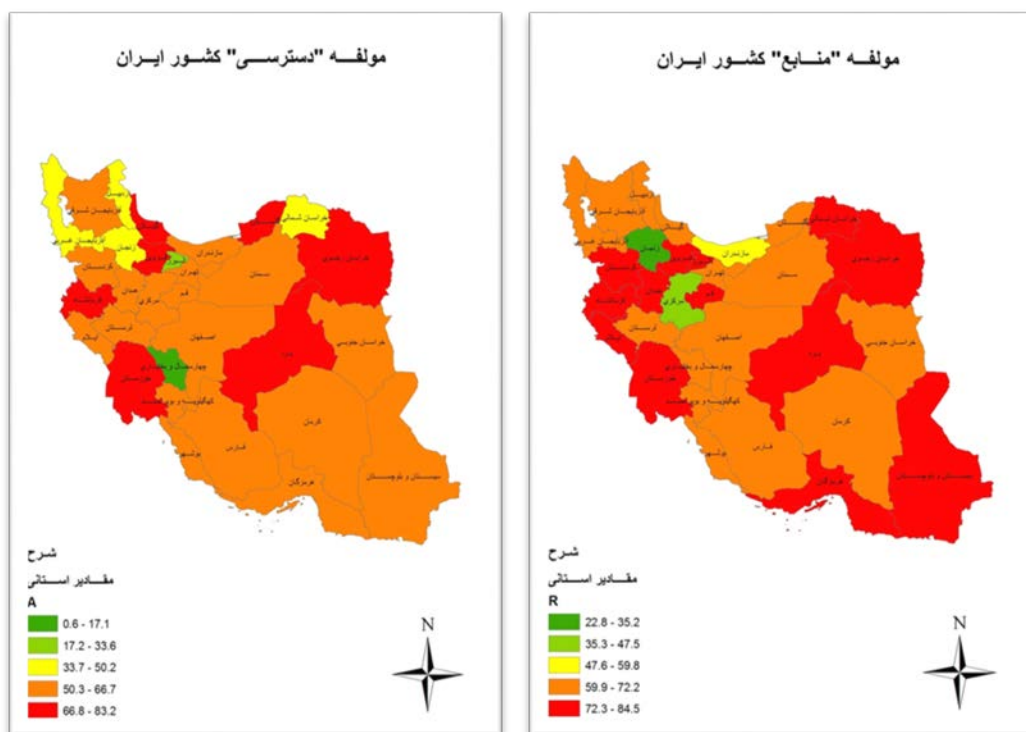
از سوی دیگر استان خوزستان با بیشترین میزان سرمایه گذاری در زمینه آب به جهت فروش بالای برق از انرژی برق آبی، بالاترین میزان درآمد به دلیل منابع غنی نفت و گاز و بیشترین میزان ذخیره سازی منابع آب، کمترین میزان آسیب پذیری را نسبت به تغییرات آب و هوایی داشته است. استان تهران که پایتخت کشور در آن قرار دارد، علی رغم تراکم جمعیتی بالا در سه مؤلفه دسترسی (A)، ظرفیت (C) و استفاده و بهره وری اقتصادی (U)

کمترین میزان آسیب‌پذیری را به خود اختصاص داده است. علت این مسئله را دسترسی بالا به آب سالم و بهداشتی، درآمد بالا و عدم وابستگی به سهم تولید ناخالص داخلی از آب شهری و صنعتی دانسته‌اند. با بررسی نتایج به‌دست آمده متوجه خواهیم شد که مؤلفه منابع (R) با ۶۹٪ و مصارف (E) با ۶۶٪، دو مؤلفه

بسیار مهم در ایران به‌حساب می‌آیند که باعث آسیب‌پذیری می‌شوند (جدول (۲)). بر طبق نتایج به‌دست آمده، مقدار CVI در ایران ۵۶٪ تخمین زده می‌شود که می‌توان آن را در سطح متوسط رو به بالا در نظر گرفت.

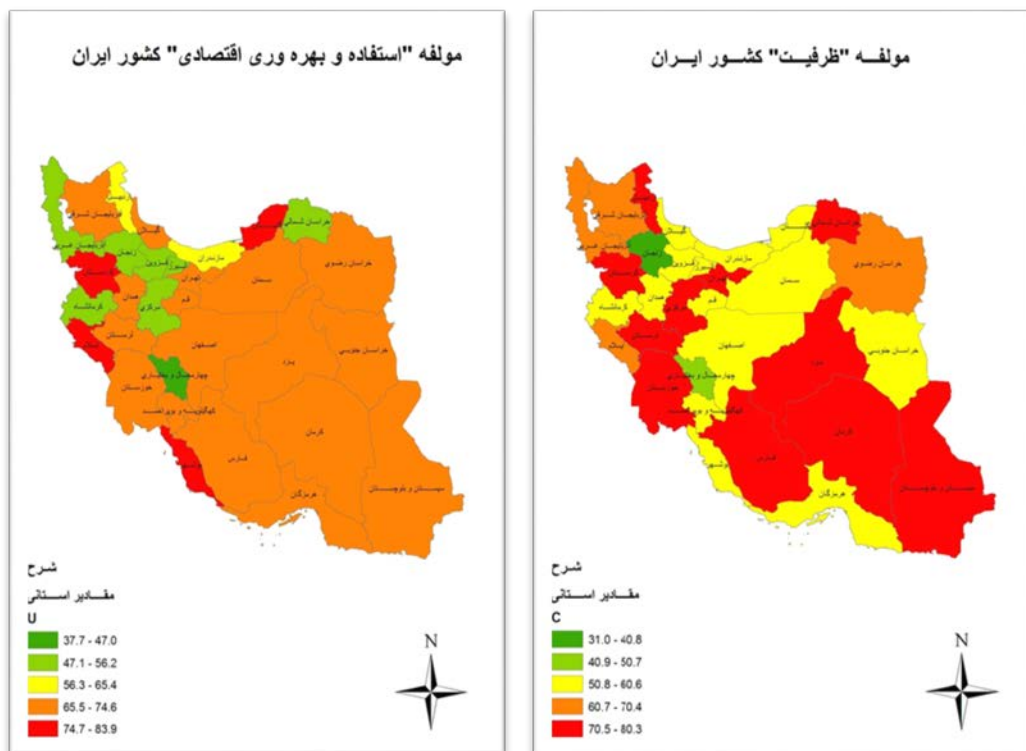
جدول (۲): شاخص آسیب‌پذیری اقلیمی در استان‌های ایران

نام استان	تنوع مکانی	منابع	دسترسی	ظرفیت	مصرف	حفظ یکپارچگی زیست محیطی	CVI
کل کشور	49	69	58	62	66	30	56
آذربایجان شرقی	52	66	38	63	52	45	53
آذربایجان غربی	46	67	49	75	64	37	56
اردبیل	55	71	62	52	70	35	58
اصفهان	40	82	27	59	51	17	46
البرز	83	74	60	70	84	28	67
ایلام	50	67	66	57	78	29	58
بوشهر	39	72	66	75	66	20	56
تهران	99	71	1	47	38	36	49
چهارمحال و بختیاری	56	64	65	58	73	33	58
خراسان جنوبی	21	75	72	62	73	16	53
خراسان رضوی	33	84	34	77	55	41	54
خراسان شمالی	49	73	70	75	73	27	61
خوزستان	43	23	42	31	48	18	34
زنجان	59	70	65	54	72	33	59
سمنان	44	73	66	75	71	25	59
سیستان و بلوچستان	0	71	66	71	72	13	49
فارس	28	74	74	52	52	18	50
قزوین	65	77	61	53	70	31	60
قم	66	76	65	75	78	26	64
کردستان	55	69	55	76	75	40	62
کرمان	11	85	83	54	48	17	50
کرمانشاه	56	71	55	58	70	33	57
کهگیلویه و بویراحمد	42	63	67	54	78	26	55
گلستان	60	62	67	57	72	28	58
گیلان	66	66	53	72	68	45	62
لرستان	55	54	58	56	62	38	54
مازندران	63	45	59	74	49	43	56
مرکزی	59	80	61	56	65	23	58
هرمزگان	26	74	64	53	69	20	51
همدان	62	75	67	80	67	59	68
یزد	27	76	64	55	67	17	51



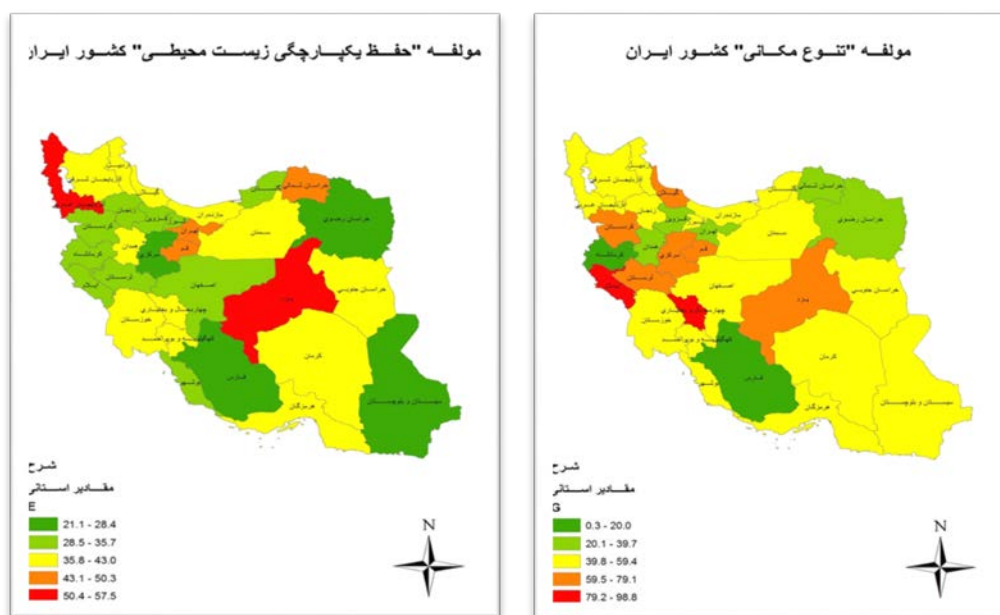
شکل(۱): الف) مؤلفه منابع کشور ایران

شکل(۱): ب) مؤلفه دسترسی کشور ایران



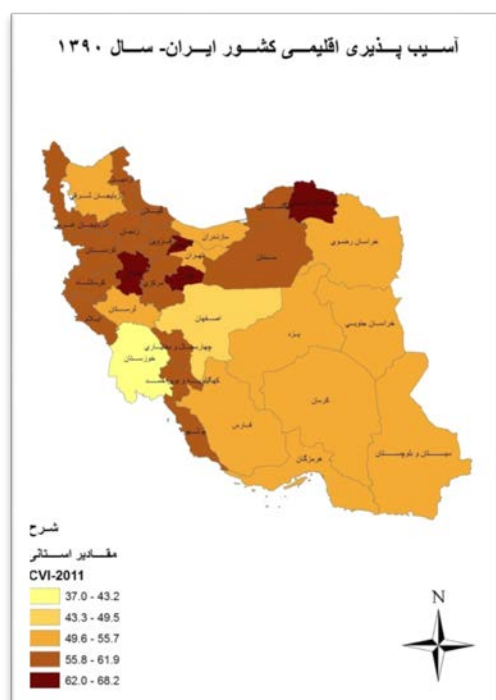
شکل(۱): ج) مؤلفه ظرفیت کشور ایران

شکل(۱): د) مؤلفه استفاده و بهره وری اقتصادی کشور ایران

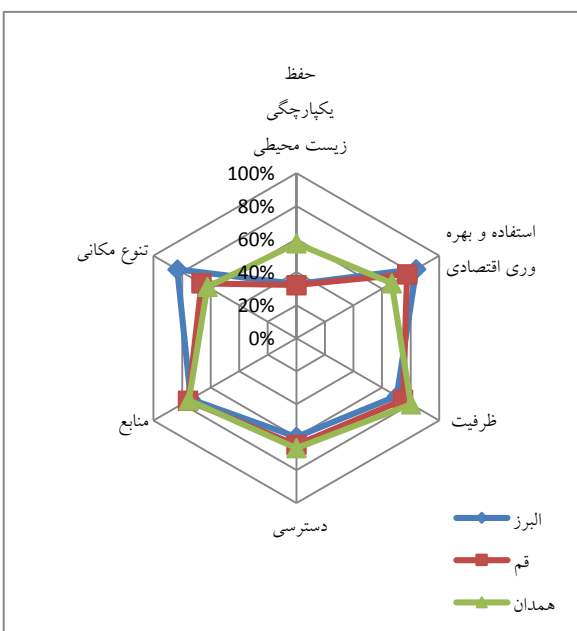


شکل (۱): ه) مؤلفه تنوع مکانی کشور ایران شکل (۱): و) مؤلفه حفظ یکپارچگی زیست محیطی کشور ایران

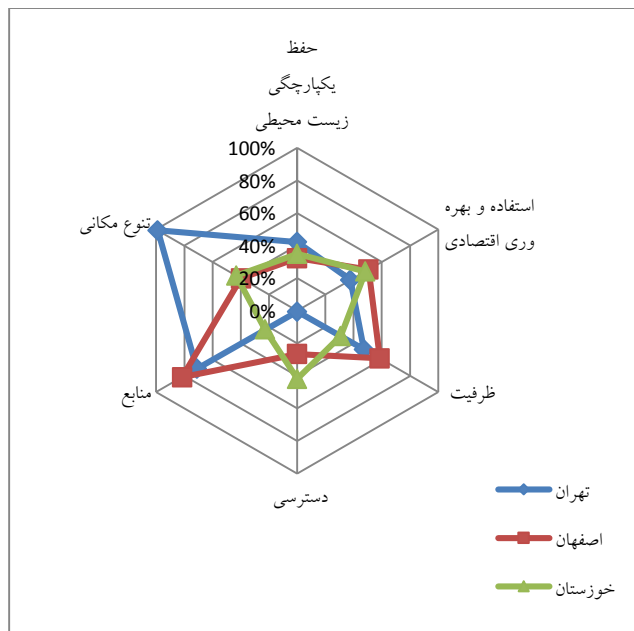
شکل (۱): پهنه بندی مؤلفه های شاخص آسیب پذیری اقلیمی در ایران



شکل (۲): پهنه بندی شاخص آسیب پذیری اقلیمی در ایران

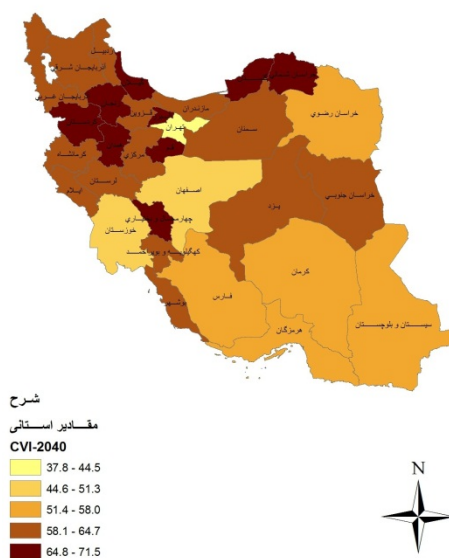


شکل (۴): مقایسه مقادیر محورهای شاخص آسیب پذیری اقلیمی در استان های بیشتر آسیب پذیر



شکل (۳): مقایسه مقادیر محورهای شاخص آسیب پذیری اقلیمی در استان های کمتر آسیب پذیر

آسیب پذیری اقلیمی کشور ایران- سال ۱۴۲۰



شکل (۵): شاخص تغییرات اقلیمی تا سال ۱۴۲۰

همانطور که در شکل (۵) نمایش داده شده است، اکثر استان ها (مانند گلستان، گیلان، زنجان، چهارمحال و بختیاری و غیره)

برای ارزیابی آسیب پذیری در طولانی مدت، تغییرات جمعیت و منابع آبی تا سال ۱۴۲۰ به داده های سال پایه ۱۳۹۰ اعمال شد.

نظرگرفتن اثرات آن بر منابع طبیعی در بلند مدت مشاهده می‌شود. این پژوهش وضعیت آسیب‌پذیری استان‌های ایران را نسبت به تغییرات آب و هوایی با استفاده از شاخص آسیب‌پذیری اقلیمی (CVI)، در سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که استان‌های همدان، البرز و قم بیشترین و استان‌های خوزستان، تهران و اصفهان کمترین میزان آسیب‌پذیری به پدیده تغییر اقلیم را نسبت به سایر استان‌های کشور دارند. داشتن بیشترین فراوانی خشکسالی و کمترین میزان پوشش گیاهی و حداقل داده‌های در دسترس از دلایل اصلی افزایش آسیب‌پذیری به حساب می‌آیند. ازسوی دیگر، داشتن ظرفیت تطبیقی، درآمد و سطح تحصیلات بالا از بهترین دلایل آسیب‌پذیری نسبی کم به حساب می‌آید. بطور کلی، در نظر گرفتن توسعه پایدار از جمله عوامل مهم شناخته شده‌ای است که باید در مدیریت سازگاری لحاظ شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران برای ارائه اطلاعات مورد نیاز قدردانی می‌کنند.

منابع

- 1- Adger, W. N., N. Brooks, G. Bentham, M. Agnew and S. Eriksen (2004). "New indicators of vulnerability and adaptive capacity." Norwich, UK: Tyndall Centre for Climate Change Research. Available at:
- 2- Burd-Sharps, S., Lewis, L. and Martins, E. B. (2008). "The Measure of America: American Human Development Report." New York: Columbia University Press.
- 3- Department of Energy (2006), the updated water comprehensive plan, Great Karun Economic Studies (Volume 14).
- 4- Downing, T. E., Butterfield, R., Cohen, S., Huq, S., Moss, R., Rahman, A., Sokona, Y. and L. Stephen. (2001). Vulnerability indices: Climate change impacts and adaptation. United Nations

نسبت به تغییرات اقلیمی آسیب‌پذیرتر هستند. همچنین آسیب‌پذیری کلی به تغییرات آب و هوایی تا سال ۱۴۲۰ افزایش می‌یابد.

اقدامات انجام شده

از آنجایی که بیشتر گازهای گلخانه‌ای از بخش انرژی ساطع می‌شوند، سیاست‌های کاهش^۱، تاکنون اولویت ملی بیشتری داشته‌اند (UNFCCC، ۲۰۱۰). همچنین، سیاست‌های کاهش به دلیل بهینه‌سازی مصرف سوخت در کاهش گازهای گلخانه‌ای نقش پررنگ‌تری داشته‌اند. در این خصوص، اقداماتی چون آماده‌کردن توافق‌نامه خرید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر (برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران، ۲۰۱۰)، تصویب وام‌های کم بهره به متقاضیان واجد شرایط به منظور تشویق سرمایه‌گذاری در منابع تجدیدپذیر (برنامه پنج ساله چهارم توسعه جمهوری اسلامی ایران، ۲۰۰۳)، ارائه سیاست‌های قیمت‌گذاری یارانه‌های انرژی (مشیری ۲، ۲۰۱۳) و غیره انجام شده است.

مهمترین عامل در رخداد خشکسالی و سیلاب تغییر عرضه آب است که شاید بتوان گفت اکثر بخش‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این خصوص، به دلیل اینکه اکثر مطالعات در زمینه حساسیت بخش کشاورزی بوده است (نصیری^۳ و همکاران، ۲۰۰۶؛ جعفری^۴، ۲۰۰۷؛ جعفری، ۲۰۰۸)، اقدامات انجام‌شده در این زمینه عبارت است از بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی، شناسایی مراتع فقیر و معرفی گونه‌های اصلاحی که تنش‌های زیست‌محیطی را می‌توانند تحمل کنند.

نتیجه‌گیری

تغییر اقلیم ذاتاً یک پدیده جهانی است؛ لیکن پیامدهای آن در تمام کشورها یکسان نیست. این وضعیت در کشورهای خاورمیانه به دلیل محدود بودن منابع و تقاضای رو به رشد، وخیم‌تر است. در این کشورها و همچنین ایران، توسعه سریع بدون در

- 13-Iran National Communication To United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2003). 96-101.
- 14-Iran second national communication to UNFCCC. (2010). Iran second national communication to UNFCCC, Department of Environment and United Nation Development Program.
- 15-IWPCO (Iran Water and power Resource Development Company) (2011) Iran Water Resources Balance Data.
- 16-Jafari, M. (2007). "Review on needfulness for plant eco physiological study and investigation on climate change's effects on forest, rangeland and desert ecosystems." presented in Workshop: Climate Change in South-Eastern European Countries: Causes, Impacts, Solutions, Orangerie, Burggarten, Graz, Austria.
- 17-Jafari, M. (2008). "Investigation and analysis of climate change factors in Caspian Zone forests for last fifty years." *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16(2), 314-326 pp.
- 18-Madani, K. (2005). "Iran's water crisis: inducers, challenges and counter-measures." *ERSA 45th congress of the European regional science association. Vrije University, Amsterdam, The Netherlands*.
- 19-Madani, K. (2014). "Water management in Iran: what is causing the looming crisis?" *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 4(4), 315-328.
- 20-Moshiri, S. (2013). "Energy Price Reform and Efficiency in Iran." *Energy Forum, International Association for Energy Economics (IAEE)*, pp. 33-37.
- 21-Nassiri, M., Koocheki, A., Kamali, G. A. and Shahandeh, H. (2006). "Potential Impact Of Climate Change on Rain Fed Wheat Production in Iran." *Archives of Agronomy and Soil Science*, 52(1), 113 – 124.
- 22-Polsky, C., Neff, R. and Yarnal, B. (2007). "Building comparable global change vulnerability Environment Programme, Policy Series 3. New York: United Nations
- 5- Eriksen, S. H. and Kelly, P. M. (2007). "Developing credible vulnerability indicators for climate adaptation policy assessment." *Mitigation & Adaptation Strategies for Global Change*, 12(4), 495-524.
- 6- Esty, D. C., Levy, M., Srebotnjak, T., and de Sherbinin, A. (2005). "Environmental Sustainability Index: Benchmarking National Environmental Stewardship." New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy.
- 7- FYDP (Five-Year Development Plan) (2010) President Deputy For Strategic Planning And Control (2011-2015)
- 8- FYDP (Forth-Year Development Plan) (2003) Management and Planning Organization (2004-2009).
- 9- Gürsoy, S. and Jacques, P. (2014). "Water security in the Middle East and North African region." *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 4(4), 310-314.
- 10- Hahn, M. B., Riederer, A. M. and Foster, S. O. (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.
- 11-IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change) (2013) Fifth Assessment Report: Climate Change, Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability.
- 12-IPCC. (2007). Appendix I: Glossary. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, pp. 869-883.

assessments: the vulnerability scoping diagram.” *Global Environmental Change*, 17(3-4), 472-485.

23-Prescott-Allen, R. (2001). “The Wellbeing of Nations.” Washington D.C.: Island Press.

24-Quezada, G. and Grozev, G. (2013). “Power struggle: Challenges for changing electricity delivery in South East Queensland, Climate Adaptation Flagship Working Paper #15.

25-SRWP (Sacramento River Watershed Program). (2010). Sacramento River Basin Report Card & Technical Report FEATHER RIVER WATERSHED, 14.

26-Sullivan, C. A. and Huntingford, C. (2009). “Water resources, climate change and human vulnerability.” *18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns, Australia 13-17 July 2009*.

27-Sullivan, C. A., Meigh, J. R. and Giacomello, A. M. (2003) “The Water Poverty Index: development and application at the community scale.” *Natural Resources Forum*, 27(3), 189-199.

28-Sullivan, C. and Meigh, J. (2005). “Targeting attention on local vulnerabilities using an integrated index approach: the example of the Climate Vulnerability Index.” *Water Science and Technology*, 51(5), 69-78.

29-UNDP (2002) Calculating the Human Development Indices. (Technical Note 1 in Human Development Report 2002), 253.

30-UNEP, Vulnerability and Impact Assessment for Adaptation to Climate Change (VIA Module), 2009, 7-12.

31-Vincent, K. (2004). “Creating an index of social vulnerability to climate change in Africa.” Norwich, UK: Tyndall Centre for Climate Change Research.

Climate Change Vulnerability Assessment; Application of Climate Vulnerability Index to Iran's Provinces

Mahsa Mohammad Khani^{*1}

Saeed Jamali²

Abstract

It is well recognized today that climate change is affecting our planet's geological, biological and ecological balance which makes the universal change creating ever-more complicated systems. A critical problem for policy-makers is to identify the extent of climate change impacts on individual regions. Like many countries, experiencing extreme events, Iran is also influenced by climate change causing serious problems such as water crisis. Since the available studies have not considered the overall sensitivity to climate change at the regional level in Iran, this paper evaluates the vulnerability to climate change using Climate Vulnerability Index (CVI) across the thirty one provinces of the country with the aim of assisting the proper policy responses. Twenty two sub indicators are determined in order to display the three main components of vulnerability: exposure, sensitivity, and adaptive capacity. The outcomes represent that Hamadan and Alborz are the most sensitive provinces to climate change, thus resulted in more capacity to cope with climate change. This is greatly influenced by low investment in water sector and high land degradation. Khuzestan, Tehran and Isfahan, which have high levels of educational levels, income, access to water and sanitation and small portions of domestic/ industrial in total Gross Domestic Product (GDP), are relatively the least vulnerable provinces. Moreover, the extent to which these vulnerabilities are realized and may contribute to climate change is mostly linked with socio-economic development. The great differences in the results in terms of vulnerability suggest that politicians should provide region-specific guidelines priorities and assess vulnerability at sub-national scales. This paper presents an overview of the current status of susceptibility in Iran as well as suggesting some adaptation strategies for reducing future adverse effects.

Keywords

Adaptive Capacity; Climate Change; Climate Vulnerability Index (CVI); Exposure; Sensitivity.

^{1*} Master of Civil Engineering, Islamic Azad Univ., Central Tehran Branch, Tehran. mah.mohammadkhani.eng@iauctb.ac.ir

² Assistant Professor, Dept. of Engineering, Islamic Azad Univ., Central Tehran Branch, Tehran.

Received: 2015/03/18

Accepted: 2015/05/30

Energy Consumption Management in Electro Pumps Using Heuristic Optimization

Abolfazl Salami^{*1}

Mohammad Mehdi Farsi²

Abstract

Nowadays, with increasing penetration of water systems in various operations, electro pumps are widely used. In many cases, due to incorrect operations and old technologies, the level of losses in these electro pumps is high. Therefore, they bring extra costs to the environment and society. Hence, in recent studies this problem is considered and different solutions have been proposed. Induction motors in the electro pumps are major energy consumers in water pumping systems. For this reason, energy consumption management of these motors, will reduce the energy consumption of the water pumping networks. Electro pumps energy management and suitable scheduling can provide optimize energy consumption in these systems. In this paper a method to optimize electro pumps response is proposed taking into account different conditions in the water pumping systems. A heuristic algorithm is used to solve the optimization problem. Simulation results confirm that the proposed algorithm significantly reduces the energy consumption of water pumping systems.

Keywords

Electro pump, Energy Consumption Management, Heuristic Optimization, Reduction Electricity Cost, Demand Side Management.

1*Assistant Professor of Electrical Engineering Department, Arak University of Technology. salami@arakut.ac.ir
2M.Sc. Student of Electrical Engineering Department, Arak University of Technology.

Received: 2015/05/07

Accepted: 2015/05/27

The Effect of Torsional Component of Earthquake on Seismic Response of Arch Dams Using Finite Element Model

M. Pasbani Khiavi^{*1}

M. A. Ghorbani²

A. Aboli³

Abstract

This study has been conducted to evaluate the effects of torsional component of earthquake on seismic response of concrete arch dams. Ansys software based on finite element method was used for analysis and interaction effect is considered in models. Due to the geometry and behaviour of arch dams, a three-dimensional modelling was carried out in time domain and Newmark time integration scheme was developed to solve the time-discretized equations which are an unconditionally stable implicit method. The Morrow Point arch dam was selected as a case study for dynamic analysis. At first, the model was analysed due to El Centro earthquake for two cases of applying and no applying of torsional component of earthquake and the results are evaluated. Consider to obtained results, it is revealed that the torsional component of El centro earthquake can have the amplification effect on response of dam model. To show the effect of the frequency content of the torsional component and its power amplitude, the Taft earthquake was applied on the model. For this case, obtained results show that the responses are reduced due to applying torsional component. It can be concluded that the seismic response of arch dams could be increased or decreased, depending on the power amplitude and frequency content of the torsional component of earthquake. Finally, it should be mentioned that the effect of torsional component of earthquake must be considered with selecting of appropriate accelerograms for safety design of arch dams.

Keywords

Earthquake, arch dams, torsional component, finite element.

1* Asistant Professor of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Mohaghegh Ardabili. pasbani@uma.ac.ir

2 Instructor of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Mohaghegh Ardabili.

3 Graduated student of hydraulic structures engineering, University of Mohaghegh Ardabili.

Received: 2015/05/04

Accepted: 2015/05/26

Analysing The Embedded Water Transmission Pipes Using Half-plane BEM

M. Panji^{*1}

J. Asgari Marnani²

B. Ansari³

Abstract

Technically speaking, there are different methods for modeling of the embedded water transmission pipes which include analytical, experimental and numerical ones. Although the responses of analytical as well as experimental methods have high accuracy, various types of arbitrarily shaped pipes cannot be applied for modeling in reality. It results in the development of numerical methods which have good flexibility. Generally, numerical methods can be divided into two categories of the volumetric and boundary methods. Despite the development of volumetric methods, such as finite element method (FEM) or finite difference method (FDM) and their simple formulations, the whole body including the inside and boundaries must be discretized in order to be modeled the embedded water transmission pipes. This process requires too much time and data. As a result, special attention has been given to the Boundary Element Method (BEM) among the various existing numerical methods during the recent two decades.

Keywords

Half-plane BEM, lined cavities, Numerical methods, water transmission pipes, stress analysis.

^{1*} Associate Professor; Faculty of Civil Engineering, Islamic Azad University, Zanjan Branch, Iran. m.panji@srbiau.ac.ir

² Associate Professor; Faculty of Civil Engineering, Islamic Azad University, Tehran Branch, Iran.

³ M.Sc. in Geotechnical Engineering, Islamic Azad University, Zanjan Branch, Iran.

Received: 2015/05/04

Accepted: 2015/05/30

Study of Seismic Performance Reliability of "Karoon 3": A Double Curvature Arch Dam

Peyman Shademan Heidari¹

Roohollah Ahmady Jazany^{*2}

Abstract

This paper aims to provide a proper method to calculate the reliability of double curvature arch concrete dam. First pseudo-excitation method for structural analysis was used to calculate stochastic parameters of structure of concrete dam under seismic loading. Then the response surface method (RSM) based on weighted regression was combined with the proposed method of this study to estimate the reliability of the seismic performance of double curvature arch dam. Finally based on a generated series of random data obtained from structural analyses, a random value was employed to calculate the reliability of seismic performance in order to validate the proposed method of this study. Then the proposed method was used to estimate performance reliability of karoon3 located on high seismic zone.

Keywords

Concrete dam, random loading, performance reliability, pseudo excitation method.

¹Islamic Azad University (IAU), East Tehran Branch, Tehran.

^{2*}Islamic Azad University (IAU), East Tehran Branch, Tehran. roohollahahmady@yahoo.co.uk

Received: 2015/04/19

Accepted: 2015/06/05

Investigation of the Response of Connected and Non-connected Piled Raft Subjected To Seismic Loads

Alireza Saeedi Azizkandi¹

Ali Komak Panah²

Saeed Safikhani^{*3}

Abstract

The behavior of pile foundations under earthquake loading is an important factor affecting the performance of structures. Observations from past earthquakes have shown that piles in soils generally perform not well, while those installed in sandy soils are more susceptible to problems excessive soil movements or bending moment in the pile. This paper describes a study on the behavior of piled raft foundations under dynamic loading. This research comprises three major components: the first step including the effect of granular layer on piled raft performance using shaking table test under seismic load, the second step verification of numerical program with shaking table tests on sand and then, to investigate about performing piled raft foundation with granular layer under seismic load.

Keywords

Piled raft, shaking table, seismic load.

1 Assistant Professor, Civil Faculty, Iran University of Science and Technology.

2 Associate Professor, Tarbiat Modarres University.

3* Associate Professor, Tarbiat Modarres University.

Received: 2015/03/03

Accepted: 2015/06/04

Table of Contents

Investigation of the Response of Connected and Non-connected Piled Raft Subjected To Seismic Loads

Alireza Saeedi Azizkandi, Ali Komak Panah, Saeed Safikhani

Study of Seismic Performance Reliability of "Karooon 3": A Double Curvature Arch Dam

Peyman Shademan Heidari, Roohollah Ahmady Jazany

Analysing The Embedded Water Transmission Pipes Using Half-plane BEM

M. Panji, J. Asgari Marnani, B. Ansari

The Effect of Torsional Component of Earthquake on Seismic Response of Arch Dams Using Finite Element Model

M. Pasbani Khiavi, M. A. Ghorbani, A. Aboli

Energy Consumption Management in Electro Pumps Using Heuristic Optimization

Abolfazl Salami, Mohammad Mehdi Farsi

Climate Change Vulnerability Assessment; Application of Climate Vulnerability Index to Iran's Provinces

Mahsa Mohammad Khani, Saeed Jamali

Journal of Dam and Hydroelectric Powerplant

June 2015\VOL. 2\NO. 4

Publisher: Iranian Hydropower Association

Director-in-Charge: Dr. Abbas Aliabadi

Executive Manager: Eng. Eisa Bozorgzadeh

Editor-in-chief: Dr. Gholamreza Arab Markadeh

Editorial Board:

Aliabadi, A.Assistant Professor, Imam Hossein Comprehensive University
Arab Markadeh, Gh. Associate Professor, Shahrekord University
Asghari, M. Associate Professor, Sharif University of Technology
Khaki Sedigh, A.Professor, Khaje *Nasir* Toosi *University* of Technology
Latifi, M.Associate Professor, University of Tehran
Mousavi, S. J. Associate Professor, AmirKabir University of Tehchnology
Nikkhah Bahrami, M.Professor, University of Tehran
Nourbakhsh, S. A.Professor, University of Tehran
Soltani, J.Professor, Isfahan University of Technology
Yazdi Zadeh, A.Associate Professor, Shahid Beheshti University

Policy Council Board:

Dr. Abbas Aliabadi, Eng. Eisa Bozorgzadeh, Dr. Ahmad Nourbakhsh, DR. Mojtaba Gharavi,
DR. Jafar Asgari Marnani, Eng. Davood Zare

Technical Manager: Eng. Davood Zare

Technical Assistance: Eng. Mahsa Farhangi

Website Manager: Sepideh Ghassempour

Cover Designer: Davood Kazemi

IT, Litography and Layout: Eng. Morteza Ebrahimi

Email: info@hydropower.org.ir

Journal Website: <http://journal.hydropower.org.ir>

Association Website: <http://hydropower.org.ir>

Address: No. 3, BIDAR St., Africa Junction, Modarres Exp. Way, TEHRAN

Post Code: 19649-13581, IRAN

Tel and Fax: +98(21) 27822056, 27822053

Price: 70,000 RIAL

Circulation: 500 v

*In The Name of
God*