

Investigating the Effects of Climate Change on Natural Glaciers and Threats to National Security

Seyed Mohammad Safaedin Abolmoali

PhD student in water resources management and engineering Islamic Azad University, Rodhen branch, Tehran, Iran.

Safaeddin_aboulmoali@yahoo.com

Hasan Ahmadi

Assistant Professor of Islamic Azad University, Roudhen, Tehran, Iran (Corresponding author).

Branch.Ha.ahmadi56@yahoo.com

Babak Aminnejad

Assistant Professor of Islamic Azad University, Roudhen, Tehran, Iran.

babak1409@yahoo.com

Abstract

Water is the most important issue for the survival of all people in the society. The smallest disruption in the water supply in people's lives and livelihoods brings the greatest threat to life. However, the interweaving of water issues (major problems and threats) and national security is one of the most important problems of governance in the new era. Building a strategic vision to turn threats into opportunities in these two areas is one of the requirements of good governance. By understanding the issues in the field of water resources and how it is related to the issues raised in the field of national security, this essay is trying to provide a strategic view with the aim of turning these threats into new opportunities. Reducing the negative effects of climate change requires knowing the power and capacity of water resources. This research tries to improve and optimize the methods and modify the structure of intellectual engineering to solve the problems caused by it in the field of water. In this research, the issue is investigated using geomorphological evidence and climatic heritage. This research can be categorized as theoretical-practical in terms of its purpose.

Keywords: Fresh Water, Natural Glaciers, National Security, Drought.

بررسی آثار تغییر اقلیم بر یخچال‌های طبیعی و تهدیدات امنیت ملی

سید محمد صفالدین ابوالمعالی

دانشجوی دوره دکتری مهندسی و مدیریت منابع آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، تهران، ایران.
Safaeddin_aboulmoali@yahoo.com

حسن احمدی

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
Branch.Ha.ahmadi56@yahoo.com

بابک امین‌نژاد

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، تهران، ایران.
babak1409@yahoo.com

چکیده

جایگاه آب از بعد حیاتی مهم‌ترین مسئله مورد توجه زندگی و بقا همه افراد جوامع است؛ کوچک‌ترین خللی در حضور آب در زندگانی و امور معیشت افراد بزرگ‌ترین تهدید زندگی را به همراه دارد. اما تنیده شدن مسائل حوزه آب (معضلات کلان و تهدیدات) و امنیت ملی در همدیگر، یکی از مهمترین معضلات حکمرانی در عصر جدید است. ساختن دیدگاه راهبردی برای تبدیل تهدیدات به فرصت‌ها در این دو حوزه از الزامات حکمرانی مطلوب است. این جستار با شناخت مسائل حوزه منابع آب و نحوه ارتباط آن با مسائل مطرح در حوزه امنیت ملی در تلاش است که نگاه راهبردی با هدف تبدیل این تهدیدات به فرصت‌های جدید ارائه کند. کاهش آثار منفی تغییرات اقلیمی مستلزم شناخت توان و ظرفیت منابع آب است. این پژوهش سعی در بهبود و بهینه نمودن روش‌ها و اصلاح ساختار مهندسی فکری برای حل معضلات ناشی از آن در حوزه آب دارد. در این پژوهش با استفاده از شواهد و قرائن ژئومورفولوژیک و موارد اقلیمی به بررسی موضوع پرداخته می‌شود. این پژوهش از نظر هدف، نظری - کاربردی است.

کلیدواژه‌ها: آب شیرین، یخچال‌های طبیعی، مدیریت منابع آب، امنیت ملی، محیط‌زیست، خشک‌سالی.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۹ تاریخ بازبینی: ۱۴۰۱/۰۶/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۳۰

فصلنامه راهبرد، سال ۳۱، شماره ۲، پیاپی ۱۰۳، شهریور ۱۴۰۱، صص ۳۴۷-۳۷۲

مقدمه و بیان مسئله

الف. بررسی جایگاه آب در دین و فرهنگ و جایگاه آب در محیط زیست و شناسایی واقعیت‌های موجود

جایگاه آب از بعد حیاتی مهم‌ترین مسئله مورد توجه زندگی و بقا همه افراد جوامع است؛ کوچک‌ترین خللی در حضور آب در زندگانی و امور معیشت افراد بزرگ‌ترین تهدید زندگی را به همراه دارد. حیات موجود زنده بستگی مستقیم به آب دارد. «وجعلنا من الماء كل شيء حي»؛ از قرآن مجید می‌رساند که آب رمز حیات است. همین‌طور داریم: «... وکان عرشه علی الماء» یعنی مهم‌ترین جایگاه و مقدس‌ترین مکان آفریده شده که همان عرش الهی است بر آب قرار دارد. در طول تاریخ بشر پیشرفت‌ها و تشکیل حکومت‌ها و به وجود آمدن تمدن‌ها ارتباط مستقیم با آب داشته و امروزه نی به‌طور قوی‌تر و پیچیده‌تری این ارتباط وجود دارد. آب نقش راهبردی برای زیست دارد. آب ارزش هویت ملی را در جغرافیای طبیعی و سیاسی تعیین می‌کند؛ و بر تبادلات سیاسی و اقتصادی و رشد جوامع اثر مستقیم دارد.

۲ درصد از آب کل کره زمین قابل شرب است از این ۲ درصد ۹۰ درصد آن در قطبین است و دور از دسترس بشر می‌باشد؛ حالت‌های مختلف آب ناشی از بارش (باران؛ تگرگ؛ برف) و معلق بودن در هوا (مه؛ ابر؛ شبنم؛ بخار) است. در محیط پیرامون خود آب را به‌صورت آشامیدنی؛ رواناب؛ جاری؛ مرداب؛ گذر آب؛ تالاب داریم. منابع آبی شامل: آب زیرزمینی؛ مصرفی؛ سطحی؛ دریا؛ چشمه؛ قنات و چاه است. مصارف مختلف شامل: آشامیدنی و غیر آشامیدنی است کیفیت آب به‌صورت تلخ و شیرین است. آب همچنین دارای مصرف شیمیایی نیز هست و به‌صورت سبک؛ سنگین؛ سخت و آب مقطر مورد استفاده دارد. اهمیت و ضرورت منابع آب شیرین ایجاب می‌کند که تهدیدات این منابع بررسی گردد. لذا یخچال‌ها به‌عنوان یک منبع آب شیرین و تغییرات اقلیم به‌عنوان یکی از اثرگذارترین شکل تهدید این منابع مورد بحث پژوهش حاضر است.

ب. امنیت ملی

به الزاماتی اشاره می‌کند که بقا یک دولت ملی و مشروع را از طریق به‌کارگیری

قدرت اقتصادی و یا ارتش و توان سیاسی و یا استفاده از ابزار دیپلماسی حفظ نماید. امنیت یکی از مباحث ویژه در بخش علم سیاست و سیاست‌گذاری در هر رژیم می‌باشد که از جنبه‌های متفاوت مورد تهدید قرار می‌گیرد. امنیت پدیده‌ای نسبی و کیفی است که بر اساس بخش‌بندی‌های فکر قابل‌تعیین و تعریف می‌باشد. امنیت عموماً به معنی نبود تهدید و خطر است. (انگر^۱، ۲۰۰۹، ص. ۷).

امروزه از تهدیدهای محیط‌زیست به‌عنوان یکی از اشکال جدید خطر در امنیت ملی یاد می‌شود. نگرانی در مورد آینده و اضمحلال محیط‌زیست سبب می‌شود که مشکلات زیست‌محیطی معنای ویژه‌ای در جامعه پیدا کند؛ به همین دلیل موضوع تأثیر از بین رفتن محیط‌زیست بر ایمنی ملی مورد توجه همه پژوهشگران قرار گرفته است. امنیت مفهومی نسبی و پیچیده محسوب می‌شود و تا زمان حال جهت تعریف، تبیین و آینده‌پژوهی عناوین امنیتی، نظریه‌های مختلفی بیان شده است. هرچند که میان نهادهای پژوهشی در مورد موضوع امنیت توافق چندانی در مورد ساختار نظری و مفاهیم مشتق شده از امنیت وجود ندارد، تهدید و خطرات همواره محور کار امنیت را در زمینه داخلی و خارجی معین می‌کنند. (ماندل^۲، ۱۳۷۸، ص. ۴۳-۴۴).

ساختار حاکمیت اکثر کشورها دارای یک شورای امنیت ملی است که تعریف جامع وظیفه آن بررسی مسائل دفاعی - امنیتی و هماهنگی بین توان همه بخش‌های مختلف و توان کشور در ارتباط با تدابیر امنیتی - دفاعی تا استفاده از همه امکانات مادی و معنوی کشور برای مقابله با تهدیدات داخلی و خارجی است. همچنین در کشور ما مسائل راهبردی کشور که از مصادیق آن «ارائه راه‌حل در زمینه معضلات کلان» کشور می‌باشد از شئون مرکز تحقیقات راهبردی است.

۱. اهداف و سؤالات پژوهش

۱-۱. سؤال اصلی

- ۱- چرا آثار تغییر اقلیم بر منابع آب به‌عنوان یک موضوع مهم در امنیت ملی مطرح است؟
- ۲- تغییرات اقلیم بر یخچال‌ها به‌عنوان یکی از منابع آب و روند گرم شدن آب‌وهوا و تأثیر آن بر فرایند ذوب برف و یخ و کاهش حجم یخچال‌های طبیعی بر امنیت ملی چه آثاری دارد؟

۲-۱. سؤال فرعی

تهدیدات چیست؟ نحوه تبدیل تهدیدات به مسئله و بررسی راه‌حل‌ها و انتخاب راه‌حل مناسب. شناخت مؤلفه‌های امنیت ملی و مسائل راهبردی حوزه منابع آب که به معضل تبدیل شده‌اند یا ظرفیت قرارگیری در حیطه معضلات رادارند و همچنین شناخت تهدیدات ناشی از مسائل و مشکلات حوزه آب و همچنین اثر متقابل مسائل حوزه آب و امنیت ملی.

۲. پیشینه‌شناسی

۱-۲. مفهوم نوین امنیت ملی

بوزان^۱؛ سعی کرد تا بر مفهوم امنیت به شکل وسیع آن؛ تأکید کند و امنیت در بخش محیط‌زیست را در جرگه مدون بحث امنیت و از شاکله مهم آن قرار دهد. با این بینش اقتصاد و سیاست با امنیت به‌طور خاص تعاملی اثربخش دارد و هر دو قسمت تحلیلی از یک واقعیت محسوب می‌شوند؛ چراکه از دهه نود میلادی؛ جهان وارد دورانی شده است که در آن ساختار اقتصادی و محیط زیستی امنیت به‌صورت ویژه‌ای بر بخش‌های سیاسی و نظامی حاکم شده است (تریف^۲، ۱۳۸۱، ص. ۲۸۳-۲۸۴). ماندل نیز همچون بوزان؛ بر نقش امنیت محیط‌زیست در تأمین صلح و توسعه با ساختار جدید موافقت دارد. (ماندل^۳، ۱۳۷۷، ص. ۸۳).

محیط‌زیست، جدیدترین جنبه امنیت ملی است. مطالعات اخیر در این حوزه نشان می‌دهد که رشد سریع و بی‌رویه جمعیت، کاهش منابع طبیعی و گسترش غیرقابل کنترل آلودگی‌های زیست‌محیطی وارد مباحث اصلی پژوهش‌ها شده است (ریبئی، ۱۳۸۳، ص. ۱۴۷). تخریب طبیعت به‌سلامتی انسان و آسایش جامعه آسیب می‌رساند. بهبود وضعیت محیط‌زیست به تقویت قدرت حاکمیت که موضوع اصلی امنیت است، منجر خواهد شد (تریف^۴، ۲۰۰۶، ص. ۱۶۹).

۲-۲. مفهوم اقلیم و تغییرات اقلیم

اقلیم کره زمین به علت بالا رفتن غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر، در حال تغییر است و گرمایش جهانی در حال وقوع می‌باشد. طبق گزارش هیئت بین‌المللی تغییر

1. Bozan
2. Triff
3. Mandel
4. Terrif

اقلیم دمای سطحی زمین به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای ۰/۳ تا ۰/۶ درجه سلسیوس در طول قرن گذشته افزایش یافته و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۱۰۰ مقدار آن ۱ تا ۳/۵ درجه سلسیوس افزایش یابد.

تغییرپذیری و نوسانات غیرطبیعی دما و بارش و دیگر پارامترهای اقلیمی دارای اثرات فراوانی بر منابع آب و کشاورزی، جنگل و کاربری زمین، بهداشت، انرژی و فرایندهای انرژی می‌باشد. تغییر اقلیم که در عصر حاضر به‌عنوان مهم‌ترین تهدید برای توسعه پایدار مطرح است، به منابع طبیعی، محیط‌زیست، سلامت انسان، امنیت غذایی، فعالیت‌های اقتصادی و غیره آسیب می‌رساند (احمدی، ۱۳۸۸). اقلیم بر کشاورزی به‌صورت مستقیم تأثیر می‌گذارد و اثر عمده تغییر اقلیم بر کشاورزی تا حدود زیادی بستگی به دو متغیر دما و بارندگی دارد (اسماعیلی، ۱۳۱۵). تغییرات آب و هوایی، تغذیه و سلامت مردم جهان را تهدید می‌کند. تغییر در الگوی آب و هوایی می‌تواند به جاری شدن سیل و خشک‌سالی منجر شود. هر دو این پدیده‌ها می‌توانند ذخایر غذایی یک منطقه را از بین ببرد. دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند دمای رو به افزایش هوا و بارندگی ناپایدار می‌تواند بهره‌وری محصولات کشاورزی را در بسیاری از مناطق آسیب‌پذیر کاهش دهد. در کشورهای در حال توسعه، این امر می‌تواند باعث شود میلیون‌ها انسان برای تولید یا خرید مواد غذایی کافی، توانایی کافی را نداشته باشند. گرمایش جهانی اثرات نامطلوب فراوانی بر زندگی انسان‌ها و جانوران می‌گذارد. با گرم شدن زمین، یخ‌های قطبی آب می‌شوند، سطح آب دریاها بالا می‌آید و تغییر فصول شدت بیشتری می‌گیرند.

آثار کمبود منابع آب شیرین در کشور را می‌توان در دو بخش مستقیم و غیرمستقیم تقسیم کرد: اول در بخش کشاورزی و دوم در بخش آب مصرفی شهری. مشکلات در هر دو بخش باعث بی‌نظمی‌های اجتماعی فراوان می‌شود. (روف^۱، ۲۰۰۹، ص. ۱-۱۳). برای عدم وجود مشکل آب، سرانه آب باید ده هزار مترمکعب باشد، درحالی‌که میانگین آن در سال حدود هفت هزار مترمکعب است و این میزان هرساله در حال کاهش است (به برگ^۲، ۲۰۰۵، ص. ۱۵). کشورهای با سرانه بین پانصد تا هزار مترمکعب، دچار کمبود مزمن و کشورهای پایین‌تر از حدنصاب مذکور به‌طور مداوم یا ادواری با تنش کمبود آب مواجه می‌شوند. (فالکن مارک^۳، ۱۹۸۹)

1. Raouf
2. Boberg
3 Falkenmark

۲-۳. ساختار فنی (جغرافیا، منابع، تهدیدات)

قرار گرفتن حدود ارضی کشور در منطقه‌ای که از لحاظ بارش در مضیقه است و کم باران محسوب می‌گردد؛ کمبود منابع طبیعی؛ ازدیاد جمعیت بالا رفتن و تنوع یافتن و توسعه و گوناگونی مصارف مربوط به آب مؤلفه‌های شناسایی نیازهای ما در این بخش است و نیازهای ما دو بخش است؛ نیازهای کشور به‌طور کلی و اخص و عمومی و نیازهایی را که مشکلات برای ما به وجود آورده است. نیازهای ناشی از افزایش جمعیت، مصرف آب به بیش از سی و پنج برابر افزایش داشته و مقدار متوسط آب تجدیدشونده به ازای هر نفر بسیار کاهش یافته است (دولتیار^۱، ۲۰۰۰، ص. ۶). بنابراین کمبود آب محسوس و فشار و تنش ناشی از کمبود آب اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. از سویی ۹۷ درصد از ذخایر آب کره زمین را آب‌شور دریاها و اقیانوس‌ها تشکیل داده‌اند و تنها سه درصد از ذخایر آب کره زمین را آب‌های شیرین تشکیل داده‌اند و قسمت عمده این آب‌ها نیز به‌صورت توده یخ در دو قطب قرار دارد (ناسوتی، ۱۳۷۳، ص. ۸۸). بررسی جغرافیای آب‌های کشور و نحوه پراکندگی رودخانه‌ها و آب‌های سطحی مثل دریاچه‌ها و پراکندگی آب‌های زیرزمینی و سفره‌های مربوط به هر یک؛ مبحث مهمی است که در حل مشکلات کمک بزرگی خواهد بود؛ آب‌های سطحی و زیرزمینی دارای مشخصات مختلفی هستند مانند عمق؛ نفوذپذیری لایه‌های بالایی؛ منابع و منشأ؛ کیفیت؛ و مثل آن که تدارک تحقیق در این زمینه از وظایف مهم بخش آب و تحقیقات وزارت نیرو است و منجر به ساختن و تولید برنامه‌ای برای مدیریت و توزیع آب و بهره‌برداری از منابع؛ فازهای مختلف مطالعات مربوط به احداث سد‌ها؛ و برنامه‌ریزی کلان‌شهری و کشاورزی و صنعتی برای مصرف آب است؛ وجود اشکال در روند فعالیت‌های این بخش عمده مشکلات آبی کشور را تشکیل می‌دهد. مابه‌التفاوت آب حاصل از نزولات جوی بر روی زمین و بازگشتی به جو زمین که در روی سطح زمین و دریاها و رودها جریان پیدا می‌کند حدود ۴۰ هزار میلیارد مترمکعب در سال است (انگلمن، ۱۳۷۵).

۳. روش‌شناسی پژوهشی

در این پژوهش سعی شده است با استفاده از شواهد و قراین ژئومورفولوژیک و موارد اقلیمی و با اتکا به روش رایج به بررسی موضوع پرداخته شود. بدین منظور،

ابتدا از روی نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و عکس‌های هوایی محدوده مورد مطالعه مشخص خواهد شد و سپس از روی فرم منحنی‌های میزان در نقشه ۱/۵۰۰۰۰ و مشاهدات میدانی سیرک‌های یخچالی مشخص می‌گردد که با تصاویر ماهواره (یومِدست^۱) است. برای ترسیم نقشه هم‌دمای حال، ابتدا همبستگی بین ارتفاع و متوسط دمای سالیانه ایستگاه‌های هواشناسی تهران و ایستگاه سینوپتیک دماوند (www.irimo.ir) برقرار خواهد شد و رابطه خطی بین آن‌ها به دست خواهد آمد. برای تهیه نقشه هم‌بارش زمان حال، ابتدا رابطه خطی از همبستگی بین ارتفاع و متوسط بارش سالیانه ایستگاه‌ها به دست خواهد آمد. سپس نقشه هم‌بارش و هم‌دمای زمان حال منطقه ترسیم می‌گردد؛ در مرحله بعد برای ترسیم نقشه‌های هم‌دما و هم‌بارش زمان گذشته، ابتدا خط مرز برف دائمی به روش رایت محاسبه شده که بدین صورت که اختلاف ارتفاع سیرک‌ها محاسبه و با ضرب آن در ۶۰ درصد سیرک‌ها و کم کردن حاصل از بالاترین ارتفاع مرز برف تعیین خواهد گردید. سپس با استفاده از ارتفاع خط مرز برف دائمی و میزان افت آدیاباتیک دما نقشه هم‌دمای زمان گذشته ترسیم خواهد گردید. در مرحله بعد با همپوشانی نقشه‌های هم‌دما و هم‌بارش زمان حال همبستگی نقطه‌ای بین دما و بارش زمان حال محاسبه و از طریق فرمول به دست آمده در نقشه هم‌بارش زمان گذشته نیز ترسیم می‌گردد. در پایان نیز، نقشه‌های کامل منطقه (از نظر اهداف کلی تحقیق) ترسیم گردیده و به تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده و در پایان به تلفیق اطلاعات به دست آمده پرداخته خواهد شد. از نرم‌افزار ArcGIS در این مورد برای حصول نتایج بهتر و متقن مورد تأکید است و استفاده گردید.

این پژوهش از نظر هدف، نظری- کاربردی است.

۳-۱. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها (بررسی رفتار اقلیم بر یخچال دماوند)

۳-۱-۱. مدل جمعی تعمیم یافته

مدل خطی تعمیم یافته تعمیم رگرسیون خطی است برای داده‌هایی که توزیع نرمال ندارند. به عنوان مثال، پیش‌بینی تعداد خرابی که کمیته گسسته است، یا زمان انتظار که کمیته مثبت است را می‌توان به کمک مدل خطی تعمیم یافته انجام داد. مدل‌های خطی تعمیم یافته، مدل‌هایی ساده و مناسب برای داده‌های شمارشی

هستند که در این مدل‌ها، واریانس تابع معلومی از میانگین است، اما اغلب داده‌های شمارشی ناهمگن‌تر از آن هستند که بتوان واریانس را به صورت تابع معلومی از میانگین در نظر گرفت. تجزیه و تحلیل رگرسیون روشی برای تعیین بین متغیر پاسخ و متغیرهای مستقل می‌باشد. برای مواردی که ارتباط بین متغیرها خطی نیست، مدل‌های رگرسیون غیرخطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. عمدتاً در این روش‌ها برای نیل به یک پاسخ منحصر به فرد، فرض‌های محدودکننده‌ای در نظر گرفته می‌شود.

۲-۳. جامعه آماری پژوهش

کلیه اطلاعات هواشناسی و مقادیر دما و بارش بین سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۹۸ که یک دوره زمانی ۵۰ ساله در منطقه دماوند و یخچال اسپله می‌باشد که از بانک‌های اطلاعاتی هواشناسی کشور و استان تهران و ایستگاه دماوند به دست خواهد آمد.

۴. یافته‌های پژوهش و تجزیه و تحلیل داده‌ها

۱-۴. بررسی و بحث یخچال‌های طبیعی

ثابت و محدود بودن منابع آب شیرین در چرخه طبیعت و به ویژه ایران که از مناطق نیمه خشک به شمار می‌آید، از یک سو و افزایش جمعیت و گسترش علم و صنعت و توسعه شهرها که افزایش چندین برابری مصرف آب را موجب گردیده است، از سوی دیگر، ضرورت مطالعه و بررسی منابع تأمین آب شیرین کشور را نشان می‌دهد. در ایران بیشتر رودخانه‌های با جریان دائمی، حوضه آبریز برف‌گیر دارند و همچنین چشمه‌ها و دریاچه‌های آب شیرین نیز بیشتر در حوضه‌های آبریز برف‌گیر قرار دارند. بنابراین درصد زیادی از منابع آب کشور ایران از ذخایر برفی در یخچال‌ها و برف‌چال‌های طبیعی تأمین می‌شود (وزیری، ۱۳۷۹). به طور کلی یخچال‌های طبیعی به این صورت به وجود می‌آیند که برف به صورت بلورهایی با شکل‌های گوناگون بر روی سطح زمین سقوط می‌کند و در مناطقی که از نظر شرایط محیطی و جوی مستعد تشکیل یخچال طبیعی هستند، انباشته می‌شود. برف در اثر سه عامل مهم دمای خورشید، تصعید و اثر فشار فزاینده، دچار دگرگونی پیچیده شده که طی این فرایند، یخ یخچالی تشکیل می‌شود. ایران دارای ۵ منطقه یخچالی مهم است که از نظر ساختار زمین‌شناسی، به دو نوع با ساختار غیرقابل نفوذ و ساختار قابل نفوذ رده‌بندی می‌شوند. مناطق یخچالی عمده ایران به قرار زیر می‌باشد (وزیری، ۱۳۷۹):

- ۱- یخچال‌های طبیعی اطراف قله علم‌کوه کوه‌های تخت سلیمان
- ۲- یخچال‌های طبیعی اطراف قله دماوند
- ۳- یخچال‌های طبیعی اطراف قله سبلان
- ۴- یخچال‌های طبیعی رشته‌کوه زرد کوه
- ۵- یخچال‌های طبیعی رشته‌کوه اشتران کوه

از مناطق یخچالی بالا، یخچال‌های طبیعی علم‌کوه، دماوند و سبلان در ساختار غیرقابل نفوذ و یخچال‌های مناطق زرد کوه و اشتران کوه از نظر ساختار زمین‌شناسی دارای ساختار آهکی بوده که با سه یخچال اول، از نظر شکل و عوارض یخچالی متفاوت هستند. سبترای یخ یخچال‌های طبیعی که در سازندهای آهکی شکل گرفته‌اند، نسبت به یخچال‌های طبیعی موجود در واحدهای گرانیتی کم است. همچنین در این نوع یخچال‌ها، عوارض خاص یخچالی مانند وجود شکاف‌ها و یخرفت‌ها (مورن) بر سطح یخچال دیده نمی‌شود (وزیری، ۱۳۷۹) به همین علت، این نوع یخچال‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند و حتی به غلط به آن‌ها برفچال نیز گفته می‌شود. یخچال‌های طبیعی منطقه زرد کوه و اشترانکوه از نوع ساختار قابل نفوذ هستند به علت وسعت کم این یخچال‌ها، تاکنون در مورد شناسایی آن‌ها اقدامات جدی صورت نگرفته است و تنها تحقیق مشخص در این زمینه بوده است بنابراین مطالعه و بررسی بر روی این نوع یخچال‌ها بسیار ضروری و پراهمیت می‌باشد.

۴-۱-۱. بررسی یخچال طبیعی خرسان زرد کوه بختیاری

مساحت حوضه آبریز حدود ۹٫۵ کیلومترمربع مساحت یخچال ۱٫۲۸ کیلومترمربع؛ و رشته‌کوه زرد کوه با درازای حدود ۱۲۰ کیلومتر و پهنای ۳۰ کیلومتر در رشته‌کوه زاگرس از بلندی‌های مهم ایران به شمار می‌آید. مرتفع‌ترین قله این کوه با نام شاه شهیدان (زرد کوه) با ارتفاع ۴۲۲۱ متر از سطح دریا در موقعیت جغرافیایی ۳۲° ۲۲' شمالی و ۵۰° ۰۴' خاوری قرار دارد. در این منطقه کوهستانی که دارای هوای سرد و زمستان‌های پربرف است، یخچال‌های طبیعی و برف‌چال‌های بزرگ و کشیده قرار دارند (وزیری، ۱۳۷۹). فرسایش این ارتفاعات و انباشت آن‌ها در دامنه‌ها و مناطق ست، موجب تشکیل رسوبات کنگلومرایی شد که در نواحی ساحلی فارس، لایه‌نازکی از آهک کنگلومرایی به‌طور دگر شیب سازند آغاچاری را می‌پوشاند که معرف سازند بختیاری در این مناطق است. در این منطقه، بخصوص در حوالی منطقه زرد کوه سازندهای آهکی از نوع آهک آسماری است (وزیری، ۱۳۷۹). همان‌طور که ذکر شد

ایران دارای ۵ منطقه یخچالی عمده است، اهمیت این یخچال‌ها این است که؛ یخچال‌های این منطقه منشأ رودخانه‌های مهمی مانند رودخانه کوهرنگ و رودخانه بازفت است، تفاوت عمده رفتار یخچال‌های این منطقه با دیگر یخچال‌ها، در طول رشته کوه طویل زرد کوه یخچال‌ها و برف‌چال‌های زیادی وجود دارد. اما عمده یخچال‌ها و برف‌چال‌های این منطقه در سه محل: یخچال‌های طبیعی اطراف قلل جفت زرده و شاه شهیدان، شامل یخچال چال میشان، یخچال جفت زرده، یخچال خرسان، یخچال پورسونان؛ یخچال‌های طبیعی و برف‌چال‌های اطراف قله سیردان، شامل یخچال‌های کوهرنگ (یخچال هفت‌خون با نام دیگر ایلوک).

یخچال‌ها و برف‌چال‌های طبیعی یکی از منابع بسیار مهم آب شیرین کشور هستند که تاکنون مطالعه جدی در مورد آن‌ها انجام نشده است. با توجه به این‌که این مناطق بیشتر در قسمت‌های کوهستانی و صعب‌العبور قرار دارند بنابراین مطالعه آن‌ها با استفاده از روش‌های زمینی بسیار هزینه‌بر، طاقت‌فرسا و در بسیاری موارد ناممکن است، بنابراین استفاده از فناوری‌های جدید، ضروری به نظر می‌رسد. تلفیق روش‌های میدانی و استفاده از فناوری سنجش‌ازدور ماهواره‌ای در این مطالعات بسیار مفید خواهد بود. در این تحقیق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی و مدل ارتفاعی رقومی منطقه یخچالی پارامترهای مختلف یخچال شناسایی و مشخص شد. با استفاده از تصویر ماهواره‌ای آستر و طبقه‌بندی آن قسمت‌های مختلف بر روی یخچال طبیعی شناسایی شد. در یخچال‌های مناطق آهکی پدیده‌های مشخص در یخچال‌های طبیعی مثل، پیشانی یخچال و یخرفت‌های سطحی به‌وضوح مشخص نیست و در سطح یخچال حفره‌های کارستی مشاهده می‌شود که برای شناسایی آن‌ها باید از تصاویر با قدرت تفکیک بالا استفاده کرد. نکته مهم این است که الگوریتم‌های خودکار (اتوماتیک) به‌تنهایی قادر به شناسایی یخچال طبیعی نیستند و به‌طور حتم باید از تفسیر بصری و کارشناس متخصص استفاده کرد. به‌منظور شناسایی بخش‌های مختلف یخچال از فنون طبقه‌بندی و برای محاسبه پارامترهای هندسی و شناسایی دقیق پیشانی یخچال از تلفیق تصویر (آی آر اس) و آستر و مدل ارتفاعی رقومی منطقه استفاده شده است. با استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده از روش‌های مختلف طبقه‌بندی و همچنین به‌کارگیری مدل ارتفاعی مناسب از منطقه، مفسر می‌تواند قسمت‌های مختلف یخچال طبیعی را شناسایی و پارامترهای مختلف آن را برآورد کند. برای رسیدن به این اهداف، تصاویر ماهواره‌ای باید در اواخر فصل ذوب گرفته شده باشند، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در زمان‌های مختلف و

استخراج محدوده یخچال و وارد کردن آن‌ها در پایگاه داده سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، می‌توان تغییرات یخچال طبیعی را در زمان‌های مشخص ارزیابی کرد.

۴-۱-۲. بررسی یخچال طبیعی اسپله در دماوند

این یخچال در شمال قله قرار دارد و مشخصات تقریبی آن عبارت‌اند از: مساحت ۰/۸ کیلومتر مربع، محیط ۴/۲ کیلومتر، طول حداکثر ۲ کیلومتر، عرض متوسط ۵۰۰ متر و ارتفاع حداکثر ۵۰۰۰ متر و حداقل ۳۸۰۰ متر. کلیه اطلاعات هواشناسی و مقادیر دما و بارش بین سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۹۸ یک دوره زمانی ۵۰ ساله در منطقه دماوند و یخچال اسپله می‌باشد که از بانک‌های اطلاعاتی هواشناسی کشور و استان تهران و ایستگاه دماوند به دست آمده است. اقلیم دماوند را می‌توان نیمه مرطوب تا تابستان معتدل و زمستان سرد در نظر گرفت. توزیع بارش طبق نتایج به دست آمده به صورت غیر یکنواخت و به‌طور فصلی و ماهانه را نشان می‌دهد و با توجه به کوهستانی بودن منطقه به‌طور یکسان نیست. متوسط بارندگی سالیانه شهرستان ۳۲۰ میلی‌متر و در ارتفاعات ۴۰۰ میلی‌متر است. میانگین بارش در سال ۱۰۱/۲۲ میلی‌متر می‌باشد. چولگی و ضریب توزیع چولگی بارش در همه ماه‌ها مثبت است. سامانه‌های بارش را با توجه به شرایط دینامیکی و ترمودینامیکی و موقعیت محلی متفاوت می‌توانند نواحی بارشی متفاوتی ایجاد کنند. با مطالعه روش‌های مختلف روندهای کاهشی و افزایشی تنها در دوماه سپتامبر و اکتبر در سطح معنی‌داری بودند و به‌صورت روند کاهشی و همگی در بخشی که یخچال اسپله در آن قرار دارد واقع است. این نشانه‌ای از تغییرات بارش در منطقه دماوند است. هرچند اثبات وجود روند معنی‌دار در یک سری زمانی بارندگی نمی‌تواند به‌تنهایی دلیلی قاطع بر وقوع تغییر اقلیم در یک منطقه باشد، اما فرض رخداد آن را می‌تواند تقویت کند. به‌طور کلی بارش منطقه در مقیاس سالیانه بر اساس نتایج آزمون شیب سنس افزایش ۷/۶۷ میلی‌متری در هر دهه داشته است. بر این اساس در طول دوره‌ی مورد بررسی ۱۳۴۸ تا ۱۳۹۸ به رقم باور عمومی مبنی بر کاهش بارش در سطح کشور و منطقه، بارش سالانه منطقه افزایش ۴۳/۷۱۹ میلی‌متری داشته است.

نتایج تحقیق حاضر این است که مقدار بارش در پنج دهه اخیر در حال افزایش است. افزایش بارش بیشتر به‌صورت رگبار است؛ و بارش‌هایی که در زمان (آخر) فصل رخ می‌دهد، چه فصول سرد و چه فصول گرم، در حال ازدیاد است. زیاد شدن چنین بارش‌هایی نه تنها سودمند نیست، بلکه موجب سیل می‌شود.

نحوه بررسی پیشرفت و تغییرات آب و هوایی و اقلیم در منطقه دماوند که از سازمان‌هایی مختلف به دست رسیده از تغییرات جدی در اقلیم حکایت دارد. به‌طوری که گزارش‌هایی رسیده از تغییرات آب و هوایی و اقلیم (ایپک^۱، ۲۰۱۳، ص. ۱۸)، بیان می‌کند در شروع نیمه دوم قرن بیستم روند بارش سنگین رگباری در نقاط مختلف کره زمین یک‌روند افزایشی دارد.

نتایج دیگر مطالعات و تحقیقات در سطح جهانی تأیید بر این نتایج است و بررسی بیش از هفت هزار و پانصد ایستگاه هواشناسی در جهان در یک فاصله زمانی صدساله نشان داده که در این دوره زمانی گرمای جو زمین به‌اندازه یک درجه سانتی‌گراد، زیاد شده است و در نتیجه آن، مقدار بارش‌های شدید و رگباری افزایش یافته است (وسترا^۲، ۲۰۱۳، ص. ۳۹-۴۰).

علت این پدیده افزایش گازهای گلخانه‌ای و افزایش گرما و افزایش مقدار رطوبتی است که در جو می‌ماند و موجب بارش‌های شدید می‌شود. افزایش یک درجه گرمایش جو زمین شدت باران را هفت درصد افزایش می‌دهد. انتظار این است که در پایان قرن جاری درجه حرارت جو زمین سه تا پنج درجه افزایش یابد این تغییرات موجب به وجود آمدن باران‌هایی با شدت شدیدتر خواهد بود، مهم‌ترین ساختار توجیه روند افزایش دما و مقادیر مثبت بارش در منطقه دماوند پدیده (مرطوب شدن گرم‌تر) است (تن، ۲۰۱۵، ص. ۴۵۱) در سال‌های اخیر روند قابل ملاحظه‌ای در بارش اکثر ماه‌های سال دیده نشده است و تنها شاهد تغییر و تنوع سالانه بارندگی‌ها هستیم. و حتی در برخی موارد با گرم‌تر بودن سال‌ها بارش نیز بیشتر صورت گرفته است،

در توجیه این تنوع سالانه به نقش پدیده (ال نینو) می‌توان اشاره کرد تلفیق پدیده گرمایش زمین و ال نینو تحت مدل‌های عددی نشان داده که بارندگی در مناطق مرطوب بیشتر و در مناطق خشک کمتر است (وسترا، ۲۰۱۳، ص. ۱۶-۳۹).

الف. مدل بررسی داده‌ها

در مدل جمعی تعمیم‌یافته مشکلات مربوط به متغیرهای وابسته به‌وسیله تبدیلات منطقی همچون تبدیل لگاریتمی برطرف می‌شود و پارامترهای مدل به‌وسیله روش حداقل مربعات خطا تعیین می‌شود. لازم به ذکر است تابع توزیع متغیر وابسته بسته به نوع آن تعیین می‌شود. چنانچه متغیر وابسته شمارشی باشد از

1. IPCC
2. Vestra

توزیع پواسون و اگر از نوع حضور و غیاب باشد از توزیع باینومینال استفاده می‌شود. در مدل جمعی تعمیم‌یافته Y بیانگر متغیرهای وابسته X نشان‌دهنده متغیرهای مستقل μ توزیع وابسته به متغیرهای مستقل را نشان می‌دهد:

$$E(Y) = \mu = g-1(X, \beta)$$

$$G(\mu) = \sum_{i=1}^k \beta_i X_i = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

$$G(\mu) = \alpha + \sum_{j=1}^l f_j(X_j)$$

که در این معادله: $E(Y)$ ارزش Y ، β ، X پیش‌بینی کننده جمعی، g و β توابع وابسته هستند.

$E(Y)$: تغییرات یخچال‌های مورد مطالعه

X = ارتفاع یخچال‌ها

Y = تعداد سیرک‌های یخچالی

B = میزان بارش برف

G = متوسط دمای سالانه

N = میزان رطوبت

به‌قرار دادن داده‌های مرتبط با هر یک از متغیرها می‌توان به میزان تأثیرات شرایط اقلیمی حاکم در منطقه بر روی تغییرات یخچال مورد مطالعه دست‌یافت و پیش‌بینی نمود. برازش الگوی جمعی تعمیم‌یافته به متغیرهای محیطی درباره تغییرات یخچال طبیعی اسپله در جدول ۱ قابل مشاهده هستند که نشان می‌دهد کلیه متغیرها بر روی تغییرات یخچالی تأثیرگذار هستند.

جدول (۱): نتایج حاصل از برازش الگوی جمعی تعمیم‌یافته بر متغیرهای

بررسی شده

معناداری	P-VALUE	درجه آزادی	F	متغیرها
دارد	۰,۰۰۰	۴۹	۳۴,۵۵	ارتفاع یخچال‌ها
دارد	۰,۰۰۰	۴۹	۲۱,۲۸	تعداد سیرک‌های یخچالی
دارد	۰,۰۰۰	۴۹	۲,۶۷	بارش برف
دارد	۰,۰۰۰	۴۹	-۵,۴۳	دمای سالانه
دارد	۰,۰۰۰	۴۹	۲,۵۷	رطوبت

جدول (۲): نتایج برازش الگوی جمعی تعمیم یافته با متغیرهای بررسی شده

متغیرها	اهمیت نسبی	AIC
ارتفاع یخچال‌ها	۰/۸۳	۱۱۵/۶۴
تعداد سیرک‌های یخچالی	۰/۵۲	۱۱۷/۳۹
بارش برف	۰/۹۷	۱۵۲/۵۹
دمای سالانه	۰/۵۲	۱۷۵/۷۵
رطوبت	۰/۵۰	۱۷۱/۰۴

با توجه به جدول ۲ می‌توان بیان داشت که اهمیت متغیر بارش برف در تغییرات یخچال‌های طبیعی بیشتر از سایر متغیرها است و در شاخص AIC دمای سالانه بیشترین تأثیر را در تغییرات یخچال اسپله دارد.

جدول (۳): اهمیت نسبی ترکیبی متغیرها بدون وجود هم خطی

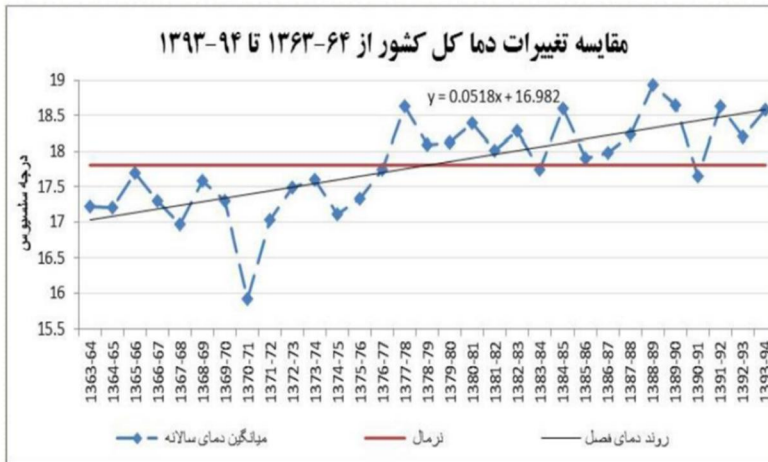
متغیرها	VIF
ارتفاع یخچال‌ها	۰/۷۶
تعداد سیرک‌های یخچالی	۰/۵۰
بارش برف	۰/۸۶
دمای سالانه	۰/۸۹
رطوبت	۰/۵۲

در جدول ۳، همچنین متغیرهایی که اهمیت نسبی ترکیبی آن‌ها در حدود ۰/۹ یا بیشتر باشد، متغیرهای دارای اهمیت زیاد و تأثیر قوی بر تغییرات یخچالی دارد؛ اگر اهمیت نسبی آن‌ها بین ۰/۶ تا ۰/۹ باشد، متغیرهایی هستند که تأثیر متوسط بر تغییرات یخچالی بررسی شده دارند و اگر اهمیت نسبی آن‌ها بین ۰/۵ تا ۰/۶ باشد، این متغیرها کمترین تأثیر را دارند. بر اساس این جدول برای متغیرهای بارش برف و دمای سالانه باید بیشترین اهمیت را در نظر گرفت که بر روی تغییرات یخچالی تأثیر دارند. با توجه به داده‌های به دست آمده از ۵۰ سال گذشته می‌توان به پیش بینی تغییرات یخچالی در آینده برای یخچال طبیعی اسپله اقدام نمود که یافته‌ها نشان می‌دهند که شدت تغییرات در ۵۰ سال گذشته کم بوده است ولی از میزان یخچال کاسته شده است و با توجه به تغییرات صورت گرفته در سال‌های گذشته که تابعی از دما، بارش، برف، رطوبت بوده است در دهه آینده (۱۳۹۹ تا ۱۴۰۸) شدت تغییرات یخچالی کم خواهد بود و درصد مساحت ۱۰,۶۶ و مساحت تغییرات مورد انتظار به کیلومتر مربع ۱,۳۳ خواهد بود.

جدول (۴): طبقه‌بندی شدت تغییرات

شدت تغییرات	طبقه‌بندی شدت به تغییرات	مساحت تغییرات انجام گرفته به کیلومتر مربع	درصد مساحت تغییرات انجام شده	سال‌ها
کم	۲۵-۰ ۵۰-۲۵ ۷۵-۵۰ ۱۰۰-۷	۱,۹۰	۱۱,۱۵	۱۳۵۸-۱۳۴۸
کم		۱,۷۶	۹	۱۳۶۸-۱۳۵۹
کم		۱,۸۳	۱۱,۳۳	۱۳۷۸-۱۳۶۹
کم		۱,۲۲	۸,۴۳	۱۳۸۸-۱۳۷۹
کم		۰,۸۷	۳,۲۸	۱۳۹۸-۱۳۸۹
کم	۲۵-۰	۱,۳۳	۱۰,۶۶	۱۴۰۸-۱۳۹۹

میانگین بلندمدت دما در ایران حدود ۱۵/۷ درجه سلسیوس است. میانگین دمای سال زراعی (۹۴-۹۵) برابر با حدود ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بر اساس مطالعات دما بر مبنای نمودار ذیل روند افزایش میانگین دمای کشور به میزان حدود نیم درجه در دهه کاملاً مشهود است. طی پانزده سال اخیر تنها یک مورد (۹۰-۹۱) آن هم به مقدار بسیار جزئی میانگین دمای کشور به زیر نرمال رفته است. در مابقی سال‌ها میانگین دمای کشور از مقدار میانگین بلندمدت و طبیعی خود بیشتر بوده است. بر اساس اطلاعات بارش ثبت شده در ایستگاه‌های سینوپتیک سازمان هواشناسی کشور میزان بارش کشور در سال زراعی (۹۴-۹۵) برابر با ۲۳۰ میلی‌متر می‌باشد که نسبت به بلندمدت حدود ۳/۵ درصد کاهش نشان می‌دهد. متوسط بارش کشور در سال زراعی گذشته یعنی سال زراعی (۹۳-۹۴) نسبت به بلندمدت حدود ۱۵/۵ درصد کاهش نشان می‌دهد.



منبع: (سالنامه مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران)

نمودار (۱): روند تغییرات دما در ایران

بیش از شش استان در سال قریب سی و پنج موج گرمایی با تداوم چهار روز را تجربه می کنند و حداکثر دما تا حدود پنجاه و دو درجه ثبت شده است. منابع اصلی آب در ایران، باران و برف هستند. هفتاد درصد از این را باران و سی درصد از آن را برف تشکیل می دهد. مقدار آب حاصله از بارش حدوداً چهار صد و هفده میلیارد مترمکعب است. هفتاد و دو درصد از این مقدار یعنی حدود دویست و نود و نه میلیارد مترمکعب تبخیر می شود. نود و دو میلیارد مترمکعب از مجموع کل آب بر روی خاک جاری می شود، بیست و پنج میلیارد مترمکعب به زیرزمین نفوذ می کند. مقدار آب به دست آمده یک صد و هفده میلیارد مترمکعب است. (احمدی، ۱۳۸۸). مصرف سرانه هر نفر در دنیا روزانه هفتاد و پنج لیتر است این در حالی است که در کشور این میزان به طور متوسط دویست و بیست لیتر است. در برخی شهرها مثل تهران مصرف سرانه هر نفر روزانه ۳۵۰ لیتر است.

در افرق ۱۴۰۴ داشتن محیط زیست مطلوب از اهداف چشم انداز بیست ساله کشور شناسایی شده است. تحصیل مطلوبیت برای محیط زیست در درجه اول به آب و کیفیت آن مرتبط می شود و از طرفی مصرف آب و تولید آب شیرین از مصادیق ایجاد زندگی ایمن و مطمئن و عاری از آسیب است؛ که در ارتقا ایمنی و ایجاد رفاه ملی با تولید ایمنی برای زندگی بر ارتقا امنیت ملی نقش دارد و توانایی کشور از لحاظ آبی در همه ابعاد افزایش دهنده قدرت ملی و پشتوانه ای مهم برای استقلال کشور است.

۲-۴. مجموعه سازمان و مهندسی فکری

تغییرات آب و هوایی، بهره‌برداری مفرط از منابع آبی، مصرف بیش‌ازحد ناشی از افزایش جمعیت، محور بودن کشاورزی در اقتصاد ملی، به‌کارگیری شیوه سنتی در آبیاری و هدر رفتن بخش قابل‌توجهی از منابع نیز از مهم‌ترین عوامل کمبود آب به‌شمار می‌آید که به دلیل اجرای برنامه‌های توسعه اقتصادی و اجتماعی نیاز به آب به‌شدت رو به فزونی است. باید پذیرفت که کمبود آب شیرین یکی از خاستگاه‌های عمده رویارویی در منطقه ما در چندین دهه اخیر بوده است (آلان^۱، ۲۰۰۲، ص. ۲۴-۳۱). شناخت و شناساندن مشکلات و اهمیت و عمق آن‌ها؛ شناسایی و پیش‌بینی بحران‌ها و تلاش در جهت رفع آن‌ها مخصوصاً شناسایی مؤلفه‌هایی که به بحران‌ها شکل می‌دهند و باعث ایجاد و ساختن آن‌ها می‌شوند؛ ایجاد ساختار لازم برای مهار بحران‌ها؛ و رفع تهدیدات آن‌ها؛ تبدیل تهدیدات به فرصت‌ها؛ طراحی فکری و ایجاد ساختار ایمن و زودبازده و کم انرژی بر؛ برای کنترل و مهار و مدیریت بحران‌ها؛ شناخت چالش‌ها و ساختار آن‌ها و توجه به چگونگی شکل‌گیری مشکلات کمک می‌کند تا منشأ تشکیل بحران‌ها و ماهیت آن‌ها معلوم شود. بر اساس پیش‌بینی سازمان ملل، ایران از جمله کشورهایی است که در ۵ سال آتی با کمبود مزمن آب روبرو خواهد شد (شستلند، ۱۳۸۰، ص. ۱۶۴). نزدیک هشتادوپنج درصد از مساحت ایران، اقلیم خشک بیابانی و نیمه‌خشک دارد. از ۴۱۲ میلیارد مترمکعب ریزش‌های جوی حدود ۲۶ میلیارد مترمکعب به‌صورت مستقیم صرف تغذیه آبخوان‌های زیرزمینی می‌گردد (لهان^۲، ۲۰۱۴، ص. ۲-۴). این در حالی است که از مجموع حدود یک صد و سی میلیارد مترمکعب منابع آب ایران، هشتادودو میلیارد مترمکعب مورد استفاده در کشاورزی قرار می‌گیرد و به دلیل نبود سازه‌های درست انتقال آب، بهره‌برداری آبی کشور سی درصد کاهش یافته است (حسینی، ۱۳۷۸، ص. ۲۸۰) و مدیریت منابع آب کشور را با مشکلات جدی روبرو نموده است که از جمله می‌توان به مواردی همچون؛ محدودیت تأمین آب و مصرف آن؛ عدم توازن بین تأمین و مصرف آب؛ افزایش آلودگی آب؛ عدم آمادگی برای مقابله با بحران‌های طبیعی مانند تغییر اقلیم، خشک‌سالی، سیلاب، تخریب شبکه آبرسانی؛ نبود سیاست‌های شفاف برای بهره‌برداری از آب‌های مشترک؛ نبود الگوی مصرف مناسب و عدم افزایش بهره‌وری آب؛ خطر از دست رفتن حفظ تعادل

1. Allan
2. Lehane

اکوسیستم‌های آبی کشور و جنبه‌های زیست‌محیطی در طرح‌های توسعه و بهره‌برداری از منابع آب اشاره کر (روحانی، ۱۳۹۰، ص. ۲۶۰).

خروج از بحران؛ و شناسایی مشکلات و تبدیل آن‌ها به مسائل دارای راه‌حل؛ بررسی آن‌ها و تشخیص راه‌حل برای آن‌ها و انتخاب بهترین راه‌حل برای آن‌ها از لحاظ مهندسی و بر مبنای امنیت ملی؛ این راه‌حل‌ها باید موجب کنترل بحران و در مسیر کاهش آن و مهار خطرات ناشی از آن طراحی و انتخاب گردد طوری که مشکلات مسیر برطرف شدن را در کوتاه‌ترین زمان مکن و با بازدهی عالی طی کند شناسایی دقیق آسیب‌های ناشی از تصمیم‌گیری و بررسی ناکامی‌های قبلی و اثرات آن‌ها و به دست آوردن دلایل این ناکامی‌ها از موارد مهم مطالعات و گزارش‌هایی است که باید به‌دقت تهیه کرد تا مسئولین بالادستی را به نحو احسن متوجه همه ابعاد تصمیم‌گیری‌های قبلی نمایند و همچنین ابعاد مشکلات فعلی را نیز منعکس نمایند. اکنون به چرخه عملکرد بازمی‌گردیم و اقدامات و تحلیل‌ها و وضعیت‌ها را مجدداً بررسی می‌نماییم و پیش می‌رویم و با توجه به اینکه یک اشکالات عمده را که باعث ناکامی شده حل کرده‌ایم؛ و راهبرد و بازدهی بالاتری را طراحی نموده‌ایم و تحلیل وضعیت فعلی مبنای اقدامات جدید خواهد بود؛ ضمن آنکه معضلات را هم باید بررسی نمود؛ آنچه از مشکلات و ابعاد آن‌ها که از طرق عادی قابل حل نیستند و بیم‌های ناشی از آن را شناسایی کرد؛ باید دستاوردهای راه طی شده را با دقت مورد مطالعه قرار بدهیم و مشخص کنیم که امیدها چقدر ما را به واقعیت‌ها و آرمان‌ها می‌رساند؛ و چقدر امیدهای ما به آرمان‌ها نزدیک است.

۴-۳. عملکرد

تشریح تلاش‌ها و اهم اقدامات انجام‌شده در بخش‌های مختلف مهم است مخصوصاً کارهای صورت گرفته تاکنون و نهادهای مرتبط با موضوع و تصمیم‌گیران و کانون‌های تصمیم‌سازی اشعار دارد که مشکل کمبود آب است؛ این کمبود ناشی از بارش؛ تقلیل منابع زیرزمینی؛ به هدر رفتن منابع سطحی؛ استفاده نادرست و بی‌رویه و سوء؛ احداث چاه‌های عمیق به تعداد متعدد و زیاد؛ مؤلفه‌هایی که این مشکل را می‌سازند به‌طور زنجیروار به همدیگر متصل هستند؛ احداث سدها و بندهای بی‌رویه و بدون در نظر گرفتن اکوسیستم منطقه و حفر چاه‌های عمیق متعدد و متأسفانه با مجوزهای قانونی منجر به پیدایش خشکی می‌شود مانند دریاچه ارومیه. این مطلب ضعف مطالعات پایه را نشان می‌دهد.

احداث سد‌ها و بندها و حفر و بهره‌برداری از چاه‌های عمیق باید در راستای اکونومی منطقه و عدم تخریب محیط‌زیست منطقه باشد و نباید در اکونومی زیستی منطقه اختلال بحران‌زا ایجاد کند. احداث چاه نمی‌تواند بدون برنامه باشد باید نیازهای آبی کشاورزی و شهری و مصرفی شناسایی شود و با یک برنامه مشخص و کارشناسی شده چاه‌های عمیق حفر گردد تا موجب کاهش سطح آب و ایجاد مشکلات نگردد.

۴-۴. دستاوردها و فن‌آوری‌ها و اقدامات ملی

عامل اصلی مصون ماندن امنیت ملی از همه عوامل تهدید زا آن است که امنیت ملی منشأ داشته باشد در قدرت ملی و از آن ناشی شود و به دست آید. این برای ما یک امر مهم و برای رویه ما که ناشی از اخلاق و وحدت ملی و دینی است یک ارزش تلقی می‌گردد. ایجاد امنیت ملی با پشتوانه قدرت ملی یک مرام سیاسی عملی مؤثر و موفق و صحیح‌ترین روش برای داشتن امنیت عاری از آسیب است.

این طرح منشأ در هماهنگی و وحدت رویه؛ و داشتن رویه‌ای واحد بین همه دستگاه‌ها و نهادهای مربوط و مرتبط در برنامه‌ریزی و ساختن این طرح دارد. در بخش آب در همه قسمت‌ها داشتن یک سیاست‌گذاری واحد برای ایجاد رویه‌ای معین لازم‌الرعایه است؛ از مرحله تولید آب شیرین؛ بازیابی و تصفیه؛ توزیع و مدیریت منابع آب؛ کنترل مصرف بهینه؛ حداقل کردن مصرف نادرست و سوء؛ کنترل و هدایت آب‌های سطحی؛ همگی شامل این فکر خواهد بود.

به‌کارگیری فن‌آوری‌های مختلف در زمینه‌های آب مانند بیو و نانو برای بازیابی و مصرف دوباره آب باعث کاهش هزینه‌ها و مدت‌زمان تصفیه می‌گردد؛ و استفاده از مهارت‌های کاربردی همچون باروری ابرها در افزایش ظرفیت‌های مربوط به توانایی تولید آب بسیار مؤثر است.

۴-۵. چالش‌های نابهنجار (معضلات)

در نیمه اول قرن بیست و یکم، مسائل زیست‌محیطی و تقسیم آب و بحران آب در صدر اولویت سیاست‌های داخلی و خارجی کشورهای درگیر در بحران آب قرار گرفته و مفهوم امنیت ملی را متحول کرده است و مدیریت بر منابع آب، مدیران را با یک چالش مخاطره‌آمیز مواجه می‌سازد (مولایی، ۱۳۷۴).

ارتباط تنگاتنگی بین چرخه هیدرولوژیکی و سیستم اقلیمی وجود دارد. وقتی که اتمسفر بر اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای گرم می‌شود، بر ویژگی‌های ابر، رطوبت خاک و

رژیم‌های نزول برف و ذوب برف تأثیر می‌گذارد. تغییرات در بارش، بر زمان و شدت سیل و خشک‌سالی‌ها اثر می‌گذارد، ساختارهای رواناب را جابه‌جا می‌کند و ویژگی‌های تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی را متحول می‌کند. اثرات تشکیل و وسعت ابرها، الگو و نرخ رشد پوشش گیاهی و شرایط خاک را تغییر می‌دهد. در مقیاس بزرگ، تغییرات اقلیم می‌تواند بر الگوهای اصلی چرخش منطقه‌ای اتمسفر و فراوانی و شدت رگبارها تأثیرگذار باشد. این تغییرات اثرات قابل‌توجهی بر سیکل هیدرولوژیکی و منابع آب خواهد داشت.

کمبود منابع زیرزمینی؛ کاهش سایر منابع؛ سوء‌مصرف (مصرف بی‌رویه؛ مصرف بی‌برنامه؛ مصرف غیرقانونی)؛ تغییر اقلیم؛ کمبود بارش؛ خشک‌سالی؛ بیابان‌زایی؛ از بین رفتن منابع در اثر مصارف کشاورزی و صنعتی و شهری بدون مدیریت؛ از موارد مشکلات عمده در بحث آب در کشور است که ممکن است در درازمدت تولید بحران کند؛ پرهیز از توهم و شناسایی آرمان و موقعیت‌های حقیقی و شناسایی موقعیت آینده؛ شناخت از میزان صحت تحلیل و گزارش و تحقیقات انجام‌شده و نتیجه‌گیری‌های بعدی آن؛ شناخت نیازها و توان کشور برای برطرف سازی آن و شناخت ظرفیت‌ها موجود؛ و تلاشی که بالفعل لازم خواهد بود تا بحران آتی کنترل و مهارشده و مدیریت گردد تا حداقل ضرر متوجه شود از الزامات بعدی جستار ما خواهد بود.

۴-۶. ساختار تصمیم‌گیری و آسیب‌شناسی آن‌ها

مطالعات کارشناسان در سازمان آب نشان می‌دهد که حوضه‌های آبریز ایران برای مصرف روزانه هشتاد میلیون نفر پاسخگو است ولی ازدیاد جمعیت و رسیدن آن به صد میلیون نفر کفایت آب شرب روزانه و مصارف کشاورزی را نمی‌کند، ضمن اینکه این بحران مصادف است با کاهش منابع نفتی کشور است و وقوع این دو رخداد در یک بازه زمانی، خصوصاً کاهش منابع آب شیرین یک تهدید راهبردی برای کشور و منطقه ماست (مدنی^۱، ۲۰۰۵، ص. ۲-۲۰). با تداوم روندهای مذکور، چنین استنتاج می‌شود که در آینده نه‌چندان دور آب در منطقه ما به‌عنوان یک ماده حیاتی و نیز راهبردی به‌تدریج همانند متغیری اثرگذار بر امنیت ملی کشور ما و یک عامل بزرگ تنش‌زا برای بحران ملی و منطقه‌ای خواهد بود و سیاست کشورها را تحت تأثیر خود قرار داده و روابط آنان را بر اساس این تغییر جدید شکل خواهد بخشید (بلوچ^۲، ۱۹۹۳)

1. Madani
2. Bulloch

۴-۷. الگوی مصرف آب و سرانه مصرف

سازمان ملل آب نوشیدنی و آب مصرفی برای تهیه غذا برای هر نفر را روزانه ۵۰ لیتر در نظر گرفته است که برای دوری از انواع بیماری و حفظ کار آیی انسان در زندگی حیاتی است. سازمان جهانی بهداشت مقدار متوسط سرانه سه برابر این مقدار را برای انجام نظافت هر نفر در روز تعیین کرده است. در کل کره زمین در هرروز ۱۰ میلیارد تن آب مصرف می‌شود.

در ایران اگر مجموع میزان مصرف آب در سراسر کشور در نظر بگیریم و بر جمعیت کشور تقسیم کنیم به‌طور متوسط در هر شبانه‌روز هر ایرانی در حدود ۱۹۸ لیتر آب مصرف می‌کند. مصرف سرانه آب در بخش خانگی در ایران به‌طور متوسط ۱۵۷ لیتر در روز است. (رضایی، ۷۷)

تحلیل

منابع آب شیرین از ارکان بقا جامعه و عوامل تأثیرگذار بر آن از مباحث مطرح در تولید ایمنی برای زندگی و حفظ توسعه پایدار است. یخچال‌ها به‌عنوان یکی از منابع طبیعی آب شیرین از روند تغییرات آب‌وهوا (اقلیم) تأثیر می‌گیرند. بالا رفتن دمای زمین بر ذوب یخ‌ها اثر دارد و این آغاز اضمحلال یخچال‌های طبیعی است. تهدیدات از این نقطه شروع می‌شود. عوامل ازدیاد دما متنوع است. به‌کارگیری سوخت فسیلی، از بین بردن طبیعت و جنگل تا سبک زندگی و الگوی مصرف، مثال‌هایی بر این اثرپذیری است. این‌هاست که هندسه ایمنی را تبیین می‌کند. انسان جایگاه مهمی در این عوامل دارد. رفتار انسان سازنده و مولد ایمنی یا برهم زننده آن است. رفتار انسان در مقیاس کوچک (سبک زندگی) یا در مقیاس بزرگ (کارخانه‌ها و ...) می‌تواند سازنده امنیت و یا بازدارنده آن باشد. ضمن آنکه عوامل طبیعی تأثیرگذار بر اقلیم مثل خشک‌سالی‌های دوره‌ای و تغییرات روند ذوب برف و کاهش بارش از عوامل تهدید یخچال‌هاست. کنترل رفتار انسان بر طبیعت در حفظ منابع آب شیرین مؤثر است و هدایت راهبردی ایجاب می‌کند که با داشتن برنامه صحیح در مدیریت اجتماعی گام‌های مؤثری در حفظ و تولید و تعالی امنیت برداریم.

نتیجه‌گیری

در دوران پیش رو مفهوم امنیت ملی تحت تأثیر تغییرات گسترده در نظام بین‌المللی و نحوه ارتباطات و پیشرفت فن‌آوری‌ها متحول شده است. در این تحول رابطه محیط زیست و امنیت ملی یک رابطه دوطرفه و مکمل است، محیط زیست ظرف و عرصه زندگی است که امکان رشد و ترقی انسان و اجتماع و جامعه را فراهم می‌کند و مفهوم امنیت ملی موسع است، از امنیت مرزهای جغرافیایی و داشتن نیروی نظامی آماده تا داشتن تاریخ انقضا برای مواد مصرفی در فروشگاه‌ها و از آرامش فرد فرد اعضای یک ملت و احساس رضایتمندی اجتماعی تا رعایت فرهنگ عمومی و سنت‌های اجتماعی و هنجارهای پذیرفته شده یک جامعه، همگی در زمره مقوله امنیت ملی است.

تغییرات زیست‌محیطی من‌جمله تغییرات آب و هوایی و تغییرات اقلیم چالش‌های اساسی برای امنیت و ایمنی زندگی انسان ایجاد می‌کند که اهم آن بحران کاهش منابع زیستی است و مقوله بحث مهم کاهش منابع آب شیرین است که مسئله‌ای اضطراری و یک پدیده تهدیدآمیز راهبردی برای کشور ماست. هرچند که ممکن است موجب جنگ بین‌المللی نشود اما قطعاً موجب تنش‌ها و آشوب‌ها و شورش‌های اجتماعی و کشمکش‌های مختلف خواهد شد؛ و این همان تهدید برای امنیت ملی است. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در منطقه جغرافیایی کشور ما ذخایر آب شیرین به بیش از ثلث کاهش یافته و مجموع ذخایر آب شیرین خاورمیانه فقط ۲ درصد است و منابع آب‌های زیرزمینی و آبخوان‌ها؛ در حال مصرف و روبه‌انتهاست.

استفاده از آب شیرین‌کن‌ها در برخی از کشورها منطقه رواج دارد که ضمن داشتن هزینه بالا، تولید زباله‌هایی به شدت مضر می‌کند که برای محیط زیست ضرر مضاعف دارد.

کاهش منابع زیرزمینی و افت ذخایر آبخوان، تغییرات اقلیمی و کاهش نزولات جوی، هم‌اکنون یک تهدید راهبردی برای منابع آب شیرین، برای کشور ماست. این مسئله وجود یک چالش پایدار را تأیید می‌کند که تهدیدکننده امنیت ملی کشور است، هرچند کشور ما در منطقه وضعیت برتری در منابع آب شیرین دارد اما در درازمدت امیدبخش نیست؛ و می‌تواند بالقوه در صف تهدیدات امنیت ملی و محیط زیستی پایدار برای کشور محسوب گردد.

پیشنهاد پژوهشی

۱- بررسی و تحلیل اندرکنش (آثار متقابل) تأثیر تغییر اقلیم بر یخچال‌ها و آثار آن بر تهدیدات امنیت ملی، اکنون به سایرین پیشنهاد این است که بررسی کنند چگونه حفظ یخچال‌های طبیعی به‌عنوان یکی از منابع آب شیرین بر حفظ روند گرم شدن آب‌وهوا و تغییرات اقلیمی اثر مثبت دارد و از این طریق مؤثر بر ارتقا امنیت ملی است.

۲- حفظ شرایط زیستی برای زمین (من جمله خصوصیات زندگی افراد جامعه)، چگونه بر حفظ اقلیم (من جمله گازهای گلخانه‌ای) تأثیر می‌گذارد؛ و روند تولید ایمنی برای زندگی انسان را ارتقا می‌بخشد و این معنی دقیق تأثیر مستقیم الگو و سبک زندگی در ارتقا امنیت ملی است.

فهرست منابع

- ار. انگلنمن، پی ولی روی (۱۳۷۳)، «آب و جمعیت»، مترجمان: مصطفی بزرگزاده و همکاران، فصلنامه آب و توسعه، سال دوم، ویژه‌نامه شماره ۱.
- اسماعیلی، رضا (۱۳۹۰)، پهنه‌بندی میزان تغییرات اقلیمی از دیدگاه کشاورزی در دوره اقلیمی آینده در خراسان رضوی، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۸۸.
- بوزان، باری، (۱۳۷۸)، مردم، دولت‌ها و هراس، ترجمه پژوهشکده مطالعات راهبردی، تهران: پژوهشکده مطالعات راهبردی.
- تریف، تری و دیگران (۱۳۸۱)، «واقع‌گرایی و لیبرالیسم»، در: افتخاری، اصغر (۱۳۸۱)، مراحل بنیادین اندیشه در مطالعات امنیت ملی، تهران: پژوهشکده مطالعات راهبردی.
- حسینی، سید محمد (۱۳۹۲)، «بررسی حقوق ریزگردها از منظر آلودگی‌های فرامرزی با نگاهی گذرا به وضعیت ایران»، فصلنامه علمی پژوهشی محیط‌زیست، شماره ۵۲.
- روحانی، حسن (۱۳۹۰)، امنیت ملی و نظام اقتصادی ایران، تهران: مرکز تحقیقات راهبردی.
- شستند، ژان و همکاران (۱۳۸۰)، جمعیت جهان: چالش‌ها و مسائل، ترجمه سید محمد سید میرزایی، جلد دوم، تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- صالح، ایرج و داریوش مختاری (۱۳۸۶)، «اثرات و پیامدهای اقتصادی و اجتماعی خشک‌سالی بر خانوارهای روستایی در منطقه سیستان»، علوم ترویجی و آموزش کشاورزی ایران، دوره سوم، شماره ۱.
- صادقی، شمس‌الدین (۱۳۹۵)، هیدروپلیتیک و امنیت ملی، فصلنامه راهبرد؛ زمستان، شماره ۸۱.
- ماندل، رابرت (۱۳۷۸)، چهره متغیر امنیت ملی، تهران: ترجمه پژوهشکده مطالعات راهبردی.
- ناسوتی، محمد (۱۳۷۳)، «نگاهی گذرا به منابع آب جهان و سهم ایران از آن»، فصلنامه آب و توسعه، سال دوم، شماره ۲.
- رضایی، یوسف، «بررسی یخچال طبیعی خرسان زرد کوه به‌وسیله تصاویر ماهواره‌ای»، فصلنامه علوم زمین، بهار ۸۸، سال هجدهم، شماره ۷۱

- Allan, J. A. (2002), "Water Security in the Middle East: The hydro-Politics of Global Solution", Available at: <http://www.amazon.com>
- Boberg, Jill (2005), *Liquid Assesst; How Demographic Changes and Water Management Policies Affect Freshwater Resources*, The RAND corporation.
- Dolateyar, Mostafa & Gray, Tim. (2000), *Water Politics in the Middle East*, London: Macmillan Press
- Falkenmark, M.W. & Widstrand, C. (1989), "Populaion and Water Resources: A Delicate Balance", *Population Bulletin*, Vol.47, No.3: 1-35.
- Lehane, Sinead (2014), "The Iranian Water Crisis", Future Directions International, Available At: <http://www.futuredirections.org>.
- Madani Larijani, Kaveh (2005), "Iran's Water Crisis: Inducers, Challenges and Counter-Measures", *Congress of the European Regional Science Association*: 2-20
- Raouf, Mohamed A. (2009), "Water Issues in the Gulf: Time for Action", *The Middle East Institute Policy Brief*, No.22: 1-13.
- Terrif, T. (2006), The Earth Summit: Are There any Security Mplications? *Arms Control*, Vol.6, No.2: 163-19

References

- Allan, J. A. (2002), "Water Security in the Middle East: The hydro-Politics of Global Solution", Available at: <http://www.amazon.com>
- Boberg, Jill (2005), *Liquid Assesst; How Demographic Changes and Water Management Policies Affect Freshwater Resources*, The RAND corporation.
- Bozan, Bari, (1378), *People, Governments and Fear*, translated by Strategic Studies Research Institute, Tehran: Strategic Studies Research Institute. (In Persian)
- Dolateyar, Mostafa & Gray, Tim. (2000), *Water Politics in the Middle East*, London: Macmillan Press
- Esmaili, Reza (2018), zoning the amount of climatic changes from the point of view of agriculture in the future climatic period in Razavi Khorasan, *Journal of Geography and Environmental Planning*, 2008 (In Persian)
- Falkenmark, M.W. & Widstrand, C. (1989), "Populaion and Water Resources: A Delicate Balance", *Population Bulletin*, Vol.47, No.3: 1-35.
- Hosseini, Seyyed Mohammad (2012), "Reviewing the rights of fine dust from the perspective of cross-border pollution with a brief look at the situation in Iran", *Environmental Scientific Research Quarterly*, No. 52. (In Persian)
- Lehane, Sinead (2014), "The Iranian Water Crisis", Future Directions International, Available At: <http://www.futuredirections.org>.
- Madani Larijani, Kaveh (2005), "Iran's Water Crisis: Inducers, Challenges and Counter-Measures", *Congress of the European Regional Science Association*: 2-20

- Mandel, Robert (1378), *The Changing Face of National Security*, Tehran: Translation by Strategic Studies Research Institute. (In Persian)
- Nasuti, Mohammad (1373), "A brief look at the world's water resources and Iran's contribution to it", *Water and Development Quarterly*, second year, number 2. (In Persian)
- R. Engelman, P. Vali Roy (1373), "Water and Population", translators: Mostafa Bozorzadeh, Abbasqoli Jahannama, Kaherman Kahadratnama, *Water and Development Quarterly*, second year, special issue number 1. (In Persian)
- Raouf, Mohamed A. (2009), "Water Issues in the Gulf: Time for Action", *The Middle East Institute Policy Brief*, No.22: 1-13.
- Rezaei, Youssef, "Investigation of the Khorsan Zard Kouh natural glacier using satellite images", *Earth Sciences Quarterly*, Spring 2008, Year 18, Number 71 (In Persian)
- Rouhani, Hassan (1390), *Iran's National Security and Economic System*, Tehran: Strategic Research Center. (In Persian)
- Sadeghi, Shamsuddin; *Hydropolitics and National Security*, *Strategy Quarterly*; Winter 2015; Number 81. (In Persian)
- Saleh, Iraj and Dariush Mokhtari (2006), "Effects and economic and social consequences of drought on rural households in Sistan region", *extension sciences and agricultural education of Iran*, third volume, number 1. (In Persian)
- Shastland, Zhan et al. (2010), *World Population: Challenges and Issues*, translated by Seyed Mohammad Seyed Mirzaei, second volume, Tehran: Shahid Beheshti University. (In Persian)
- Tariif, Terry and others (1381), "Realism and Liberalism", in: Eftekhari, Asghar (1381), *Fundamental stages of thought in national security studies*, Tehran: Strategic Studies Research Institute. (In Persian)
- Terrif, T. (2006), *The Earth Summit: Are There any Security Mplications?* *Arms Control*, Vol.6, No.2: 163-19