

## تغییر اقلیم و بحران آب در منطقه غرب آسیا

علی حنفی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۶

### چکیده:

امروزه تغییر اقلیم به عنوان یکی از بزرگ‌ترین بحران‌های زیستی، اجتماعی، اقتصادی، سیاسی در جهان شناخته شده است. در اکثر مدل‌های اقلیمی که شرایط اقلیمی آینده را شبیه‌سازی می‌کنند به بحرانی‌تر شدن شرایط اشاره دارد. منطقه غرب آسیا به عنوان یک منطقه بسیار شکننده از جمله این مناطق است که به شدت در معرض این خطرات قرار دارد. افزایش دما و کمبود بارندگی و خشک‌سالی‌های متوالی در این منطقه شدت گرفته و تخمین زده شده تا سال ۲۰۵۰ میلادی ۸۰ تا صد میلیون نفر در معرض تنش شدید آبی قرار خواهند گرفت و منابع آب زیرزمینی با کاهش چشمگیری مواجه خواهد شد. علاوه بر این میزان تولید محصولات کشاورزی به دلیل کمبود منابع آب با کاهش چشمگیری مواجه خواهد شد. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد به واسطه دگرگونی‌های ناشی از تغییرات اقلیمی (گرمایش بالاتر از متوسط جهانی، کاهش بارش، افزایش تبخیر) و مداخله‌های انسانی (افزایش تقاضای مصرفی، احداث سازه‌های آبی و برداشت بیش‌ازاندازه از منابع)، منطقه شاهد بحران شدیدی در حوزه منابع آب است. مقاله بر این یافته تأکید می‌کند، که بحران آب از رهگذر تشدید مسائلی چون افزایش فقر، بیکاری، نابرابری، احساس تبعیض، مهاجرت، حاشیه‌نشینی، افت مشروعیت دولت و ... تأثیر مشخصی بر ستیزه‌های اجتماعی- سیاسی در غرب آسیا داشته است. نمود مشخص این مسئله در تعدادی از اصلی‌ترین بحران‌های امنیتی منطقه یعنی جنگ داخلی در سوریه، یمن و عراق آشکار است.

**کلیدواژه:** تغییر اقلیم، بحران آب، منطقه غرب آسیا، نظم جدید جهانی

<sup>۱</sup> دانشیار اقلیم‌شناسی گروه جغرافیا دانشگاه افسری امام علی (ع) ایمیل: Hanafi772@gmail.com

## مقدمه

منطقه غرب آسیا و شمال آفریقا شامل گروه ناهمگنی از کشورها با طیفی از کشورهای صادرکننده نفت با درآمد بالا در خلیج فارس تا کشورهای با درآمد متوسط و متوسط روبه پایین و کشورهای کمتر توسعه یافته مانند سودان، یمن و موریتانی است (سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد و سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۱۸). جمعیت این منطقه ۶/۳ درصد جمعیت جهان است و سهم آن از آب‌های شیرین تجدید پذیر جهان، ۱/۴ درصد است (قنادی، ۱۳۹۶). در این منطقه، به این دلیل که پخش‌های مختلف عملیاتی، سازمان‌ها و نهادها و ذینفعان مختلف به‌طور ناگسستنی به هم پیوند خورده‌اند، کمبود مزمن آب مسئله پیچیده‌ای به شمار می‌رود و ارزیابی آن آسان نیست. با توجه به تغییرپذیری آب و هوا و نرخ رشد بی‌سابقه جمعیت، سرانه منابع آب، ظرفیت زیست‌پذیری این منطقه همچنان در حال کاهش است و شکاف تقاضا به‌طور جدی رو به گسترش است (زایدین، ۲۰۱۳). تمام کشورهای واقع در منطقه به استثنای کشور ترکیه، دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک می‌باشند و وجه مشترک این کشورها کمبود فزاینده آب شیرین برای کشاورزی و مصارف دیگر است.

بر اساس ارزیابی دانشمندان پانل بین‌دولتی تغییر اقلیم سازمان ملل (IPCC) پیش‌بینی شده است که غرب آسیا و شمال آفریقا هم‌اکنون در حال تبدیل شدن به منطقه‌ای خشک‌تر و گرم‌تر از آنچه تاکنون بوده است. افزایش دما و کمبود بارندگی و خشک‌سالی‌های متوالی در این منطقه شدت گرفته و تخمین زده شده تا سال ۲۰۵۰ میلادی ۸۰ تا صد میلیون نفر در معرض تنش شدید آبی قرار خواهند گرفت و منابع آب زیرزمینی با کاهش چشمگیری مواجه خواهد شد. علاوه بر این میزان تولید محصولات کشاورزی به دلیل کمبود منابع آب با کاهش چشمگیری مواجه خواهد شد. مطالعات نشان می‌دهد که تغییر اقلیم تا سال ۲۰۵۰ اثرات منفی روی عملکرد محصول زمین‌های زراعی در غرب آسیا و شمال آفریقا به جا خواهد گذاشت. تا سال ۲۰۵۰ تولید محصول برنج در این منطقه ۳۰ درصد، ذرت ۴۷ درصد و گندم با ۲۰ درصد کاهش مواجه خواهند شد. این در حالی است که انتظار می‌رود کالری موردنیاز در این فاصله زمانی از ۲۸۴۶ به ۳۱۱۹ به ازای هر نفر در روز افزایش یابد که در صورت بروز تبعات تغییر اقلیم نه تنها ۵۰۰ کالری تأمین نخواهد شد که سقف کالری دریافتی ساکنان از میزان فعلی هم کمتر خواهد شد. در یک سناریوی بدون تغییر اقلیم پیش‌بینی شده شمار

کودکان دچار سوء تغذیه در این منطقه از ۳/۵ میلیون نفر به یک میلیون نفر کاهش یابد اما تغییر اقلیم شمار این کودکان را تا سال ۲۰۵۰ عملاً به دو میلیون نفر خواهد رساند. از این رو برای مقابله با اثرات تغییرات اقلیم در تغذیه در منطقه شمال آفریقا و غرب آسیا لازم است هر ساله ۲۴۱ تا ۲۷۱ میلیون دلار سرمایه گذاری اضافی توسط کشورها صورت گیرد و بهتر است این هزینه ها صرف تحقیقات کشاورزی و مدیریت بهینه منابع آب شود (لیلیوید و همکاران، ۲۰۱۲). رشد سریع جمعیت در غرب آسیا و شمال آفریقا نیز بحران در این منطقه را تشدید کرده است به طوری که این امر می تواند پیامدهای تغییر اقلیم و خشک سالی و کاهش منابع آب را برای ساکنان بیشتر کند و نهایتاً میزان دسترسی مردم به خدمات مناسب را کاهش دهد. این امر حتی می تواند با توجه به اینکه پارها هشدار داده شده که جنگ آبی در غرب آسیا جنگ آب خواهد بود باعث بروز مناقشات سیاسی بین کشورهای منطقه نیز شود. بر اساس گزارش سازمان ملل، منطقه غرب آسیا و شمال آفریقا از سال ۱۹۷۰ تاکنون دارای بیشترین نرخ رشد جمعیت در بین دیگر مناطق دنیا بوده است. بر اساس مطالعات صورت گرفته جمعیت این منطقه از ۱۲۷ میلیون نفر در سال ۱۹۷۰ به ۳۰۵ میلیون نفر در سال ۲۰۰۵ و در سال ۲۰۲۲ نیز به ۴۶۵ میلیون نفر افزایش یافته است (چینووت و همکاران، ۲۰۱۱) بیشترین میزان افزایش جمعیت در ایران در فاصله سال ۱۹۷۶ تا ۱۹۸۶ بوده به طوری که در مدت یک دهه جمعیت ایران با رشد ۵۰ درصدی مواجه شد. اما پیش بینی ها نشان می دهد چنانچه نرخ رشد جمعیت که در حال حاضر در غرب آسیا و شمال آفریقا بیشتر از سایر نقاط دنیاست به همین ترتیب پیش رود تا سال ۲۰۵۰ جمعیت این منطقه بالغ بر ۷۰۰ میلیون نفر خواهد رسید. در حال حاضر، جمعیت ۴۶۵ میلیون نفری غرب آسیا و شمال آفریقا که حدود پنج درصد جمعیت جهان را تشکیل می دهد کمتر از یک درصد منابع آب این سیاره را به خود اختصاص داده است.

تغییرات اقلیمی به ناآرامی های اولیه در سوریه و سپس شروع جنگ داخلی منجر شده است. این یک بعد امنیتی به اثرهای منفی گرمایش جهانی اضافه می کند. کشاورزی سوریه قبلاً از شرایط اقلیمی نسبتاً مساعدی برخوردار بوده است که با حمایت دولت مقادیر زیادی از محصولات غذایی اصلی را تولید می کرد. با این حال، خشک سالی های طولانی، در سال های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ که شدیدترین خشک سالی سال به سال طی ۹۰۰ سال بود و همراه با امواج گرما و بارندگی اندک، منجر به

! Lelieveld and etal

! Chenoweth and etal

بیابانزایی شد. این موضوع باعث شد ۷۵ درصد از کشاورزان سوریه از نابودی کامل محصول رنج ببرند و ۸۵ درصد از دام‌ها در پنج سال منتهی به شیوع جنگ داخلی جاری در سوریه در سال ۲۰۱۱ تلف شوند. در نتیجه ضربه شدید طبیعت و سوء مدیریت دولت که به محصولات پر آب مانند گندم و پنبه یارانه می‌پرداخت و در عین حال از تکنیک‌های آبیاری ناکافی حمایت می‌کرد و تخریب زمین قابل توجه بود، حتی قبل از شروع جنگ داخلی باعث آواره شدن ۱,۵ میلیون نفر در سوریه شد. مهاجرت وسیع کشاورزان بیکار شده و خشک‌سالی و بی‌آبی موجب شد تا مردم به دنبال حداقل‌های زندگی به شهرهایی بروند که پیشاپیش گرفتار حاشیه‌نشینی بودند. این‌ها همه افزایش‌دهنده و تقویت‌کننده بحران سیاسی در حال شکل‌گیری بود.

تغییرات مداوم جهانی و اثرات مستقیم زیست‌محیطی آن، علاوه بر تضمین انتقال اقتصادی به دوران پس از نفت، می‌تواند باعث ایجاد بحران‌های پیچیده اجتماعی-اقتصادی و سیاسی در اقتصادهای وابسته به نفت منطقه خلیج فارس شود. تغییر اقلیم و سیاست‌های مرتبط در تخریب محیط‌زیست و اثرات اجتماعی-اقتصادی آن در این منطقه موجب شده تا کشورهای این منطقه انواع اصلاحات اجتماعی-اقتصادی را برای کاهش اثرات تغییرات اقلیمی دنبال کنند. اما به نظر می‌رسد این تلاش‌ها با ظرفیت‌های محیطی سازگار نیست. مشکل اصلی از آنجا ناشی می‌شود که اختلافات سیاسی بین کشورهای منطقه مانع از آن می‌شود که محیط‌زیست خلیج فارس را به عنوان یک سامانه طبیعی یکپارچه مدیریت کنند و در نتیجه تلاش خود را در مرزهای خود محدود می‌کنند. این فعالیت‌ها صرف‌نظر از اینکه در سایر بخش‌های سیستم چه اتفاقی می‌افتد چالش‌زا یا حداکثر در بیشتر موارد بی‌اثر است. مگر اینکه یک رویکرد مشارکتی برای کاهش وجود داشته باشد. برای مقابله با چالش‌های تغییرات اقلیمی همکاری‌های منطقه‌ای یکپارچه الزامی است. به رغم اهمیت موضوع تحقیق، بررسی ادبیات موجود نشان می‌دهد توجه کافی از سوی پژوهشگران به مسئله نقش و تأثیر بحران‌های زیست‌محیطی به خصوص بحران آب بر تنش‌های عمده در غرب آسیا در سال‌های اخیر صورت نگرفته است. چند نمونه از پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه عبارت‌اند از:

افضلی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به مطالعه تطبیقی تغییر اقلیم و چالش‌های امنیتی بحران آب در شهرهای دو حوضه آبریز مرکزی و دریاچه ارومیه پرداختند. کاویانی راد و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به تبیین پیامدهای امنیتی تغییر اقلیم در حوضه آبریز مرکزی ایران پرداختند. نتیجه پژوهش حاضر نشان داد در صورت تداوم وضعیت موجود، پیامدهای تغییر اقلیم در حوضه آبریز مرکزی این توانایی را دارد که ثبات و امنیت ملی را به چالش بکشاند.

کاظمی (۱۴۰۱) در پژوهشی به تغییرات اقلیمی، بحران آب و ستیزه‌های اجتماعی و سیاسی در غرب آسیا پرداختند. نتایج حاصل نشان داد در فقدان حکمرانی کارآمد و همچنین فقدان اراده و چارچوبی برای اقدام جمعی کشورها، بحران‌های زیست‌محیطی منطقه غرب آسیا در سال‌های آینده تشدید خواهد شد. همپای این روند می‌توان انتظار داشت که چالش‌های امنیتی برآمده از بحران‌ها نیز تشدید شود. عسکری بزایه و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به مطالعه آب و چشم‌انداز آن در منطقه منا (غرب آسیا و شمال آفریقا) پرداخته و درنهایت راهبردهای حفاظت از محیط‌زیست، مدیریت تخصیص آب و مدیریت خدمات آب برای کشورهای منطقه پیشنهاد کردند.

لیلیولدا و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی به مطالعه تغییرات اقلیمی و اثرات آن در مدیترانه شرقی و غرب آسیا پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که اثرات تغییرات آب و هوایی شامل تنش گرمایی، آلودگی هوا در محیط شهری، و کمبود آب شیرین در منطقه است. چینیوت<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی به مطالعه تأثیر تغییر اقلیم بر منابع آبی منطقه مدیترانه شرقی و غرب آسیا (تغییرات و پیامدهای قرن ۲۱) پرداخته و به این نتیجه رسیدند در صورتی که میزان آب منطقه متناسب با بارندگی کاهش و جمعیت افزایش یابد، در اواسط قرن ۲۱، ممکن است نیاز باشد تا نیمی از کل نیاز آبی منطقه از طریق نمک‌زدایی و تأمین شود. دزفولی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی به مطالعه اثرات مرکب تغییر اقلیم بر مسائل آینده آب در غرب آسیا پرداخته و به این نتیجه رسیدند که این اثرات تغییر اقلیم ناشی از افزایش دما، کاهش بارندگی و افزایش تنوع سالانه بارش است. بزرگ حداد<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی به ارزیابی بحران کم آبی در غرب آسیا و راه‌حل‌های آن پرداخته و نتیجه گرفتند که در منطقه غرب آسیا همکاری بین‌المللی برای مدیریت منابع آب موجود و کاهش مصرف منابع آب طبیعی موردنیاز است.

## روش‌شناسی تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی است و با رویکرد توصیفی - سیستمی به دنبال تحلیل وضعیت تغییر اقلیم و بحران آب در منطقه غرب آسیا و نقش آن در هندسه نظم جدید جهانی بوده و به دنبال

<sup>۱</sup> Lelieveld and etal

<sup>۲</sup> Chenoweth and etal

<sup>۳</sup> Dezfuli and etal.

<sup>۴</sup> Bozorg-Haddad and etal.

آن تلاش می‌کند تا چالش‌های تغییر اقلیم و بحران آب و پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و امنیتی ناشی از کمبود منابع آب در غرب آسیا و شمال آفریقا را مورد شناسایی و تحلیل قرار دهد. در این تحقیق اطلاعات در بخش اسنادی به شیوه کتابخانه‌ای و رجوع به منابع معتبر به دست آمده و از داده‌های اقلیمی، اجتماعی و اقتصادی ایران و دیگر کشورهای غرب آسیا برای تحلیل بهتر کمک گرفته شده است.

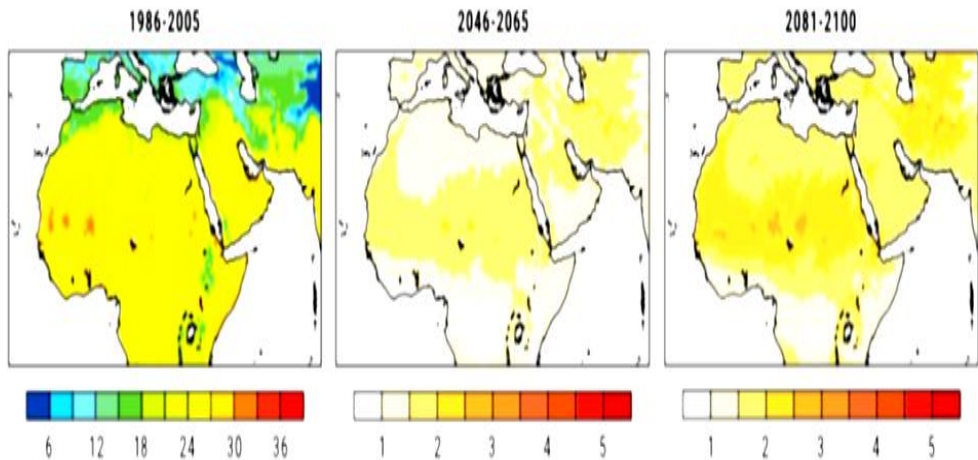
### یافته‌های تحقیق

منطقه غرب آسیا از نظر اقلیمی در شرایط مناسبی قرار ندارد. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی کوپن، اغلب نقاط در منطقه غرب آسیا و شمال آفریقا آب و هوایی بسیار گرم و بیابانی دارند (عسکری بزایه و همکاران، ۱۳۹۹). بنابراین هم‌اکنون این منطقه در حال تجربه هوایی گرم و خشک است. هرچند با رفتن به سمت شمال ترکیه و ایران شاهد نظام‌های آب و هوایی متنوع‌تری هستیم اما آب و هوای غالب در این منطقه بیابانی و گرم است. از سوی دیگر، در چند دهه اخیر، یک تغییر جدی در آب و هوای منطقه رخ داده و اکنون به صورت میانگین، دمای هوای بالاتری را نسبت به گذشته تجربه می‌کنیم. در این شرایط، تغییرات آب و هوایی به ویژه گرمایش زمین، وضعیت جدید اقلیمی را برای کشورهای این منطقه به وجود آورده است که در این تحقیق به مهم‌ترین ویژگی‌های آن پرداخته شده است.

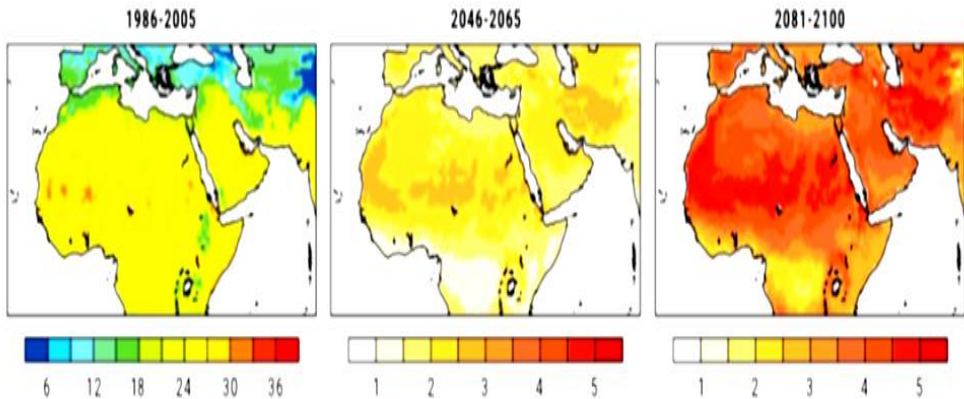
### افزایش دمای هوا

در صورت افزایش میانگین جهانی دمای هوا به میزان ۴ درجه سانتی‌گراد نسبت به دوران قبل از انقلاب صنعتی، دمای بسیار بالا تا ۵۶ درجه سانتی‌گراد می‌تواند در منطقه غرب آسیا و شمال آفریقا به یک امر عادی تبدیل شود. پیش‌بینی می‌شود دمای تابستان تا پایان قرن در بخش‌هایی از الجزایر، عربستان سعودی و عراق تا ۸ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر شود (شکل ۱). با افزایش میانگین دمای هوای در روزها در این منطقه، کاهش دمای پایین و سرمای هوا نیز ثبت می‌شود. در واقع، گرمای شدید هوا فقط به این معنا نیست که یک روز دمای هوا بسیار بالا رود و رکورد بزند بلکه به معنای افزایش تعداد روزهایی است که دمای هوا از میانگین بالاتر است. در این شرایط در ایام گرمای شدید هوا، شب‌ها هم به شکلی محسوس هوای خنک‌تر نسبت به روز ندارند. در واقع اختلاف دمای میان روز و

شب کاهش می‌یابد. یکی دیگر از پیامدهای گرمایش زمین، هوای معتدل‌تر در فصول سرد نسبت به گذشته است یعنی هوا کمی گرم‌تر می‌شود. علاوه بر این مناطق سردتر نسبت به مناطقی که هم‌اکنون گرم هستند، بیشتر گرم می‌شوند (شکل ۲). در مناطق گرم و خشک که دمای بالایی دارند، این تغییر آن قدری محسوس نیست که در مناطق سردتر تجربه می‌شود. در شمال این منطقه که لزوماً هوای آن بیابانی نیست، دمای هوا بیشتر از مناطق بیابانی - که اغلب این منطقه غرب آسیا و شمال آفریقا را تشکیل می‌دهد - تغییر می‌کند. در مناطق ساحلی، جمعیت زیاد و شهرهای زیادی وجود دارد. این مناطق، رطوبت بسیار شدیدی دارند، یعنی شهروندان این مناطق، گرمای شدیدتری را نسبت به آنچه دماسنج نشان می‌دهد، احساس می‌کنند. در واقع رطوبت، شدت گرمای هوا را چند برابر می‌کند و آنچه مردم در هوای مرطوب احساس می‌کنند، بسیار شدیدتر از آن چیزی است که بر اساس دماسنج اعلام می‌شود.



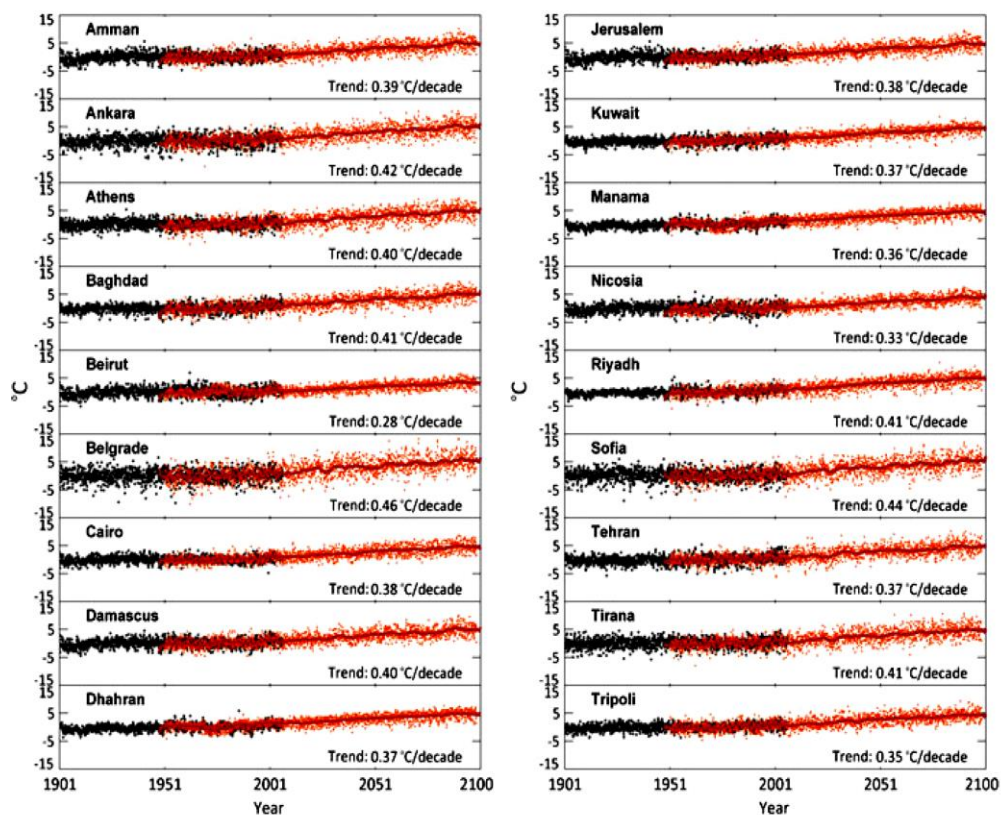
شکل (۱): نقشه تغییرات دمای هوا در منطقه غرب آسیا در صورت افزایش  $1/2$  تا  $1/9$  درجه سانتی‌گرادی دما تا میانه قرن و  $1/5$  تا  $2/3$  درجه سانتی‌گرادی دما تا سال ۲۱۰۰ میلادی (گزارش بانک جهانی، ۲۰۲۲)



شکل (۲): نقشه تغییرات دمای هوا در منطقه غرب آسیا در صورت افزایش  $1/7$  تا  $2/6$  درجه سانتی‌گرادی دما تا میانه قرن و  $3/2$  تا  $4/8$  درجه سانتی‌گرادی دما تا سال ۲۱۰۰ میلادی (گزارش بانک جهانی، ۲۰۲۲)

سری زمانی ناهنجاری‌های میانگین ماهانه دما در ۱۸ شهر منطقه غرب آسیا و جنوب شرق اروپا در شکل (۳) نشان داده شده است. رگرسیون خطی برای استنباط روند در میانگین ناهنجاری دمای ماهانه محاسبه شده و معنی‌داری آماری با استفاده از آزمون  $t$  استودنت برآورد شده است. تمامی روندها از نظر آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار هستند. روندهای دمایی معمولاً از  $0,28$  درجه تا  $0,46$  درجه سانتی‌گراد در هر دهه متغیر است. بیش‌ترین افزایش در برخی از مناطق قاره‌ای مانند بلگراد، صوفیه، آنکارا، بغداد و ریاض با روندی بیش از  $0,4$  درجه سانتی‌گراد در هر دهه ظاهر می‌شود. در صورتی که در شهرهای بیروت و نیکوزیا این روند کمتر از  $0,35$  درجه سانتی‌گراد در هر دهه است (لیلیولد و همکاران، ۲۰۱۲).





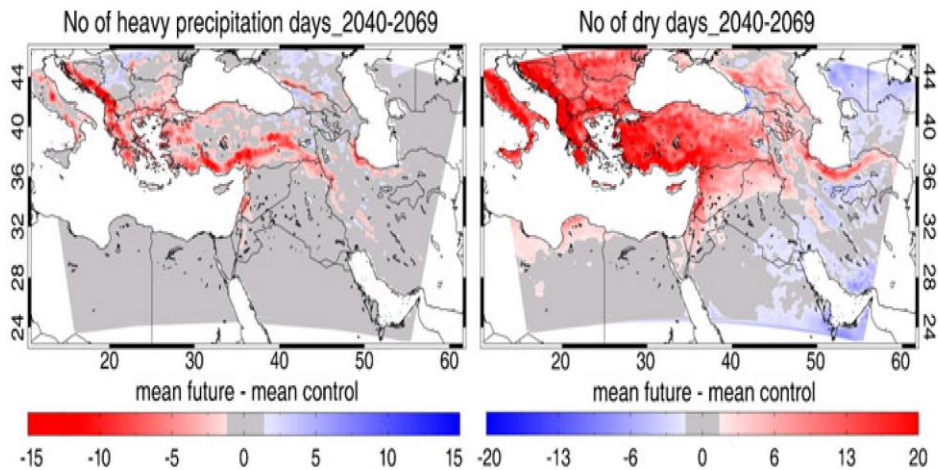
شکل (۳): سری زمانی میانگین ناهنجاری‌های دمایی ماهانه تا سال ۲۱۰۰ نسبت به دوره مرجع (۱۹۶۱-۱۹۹۰) در ۱۸

شهر منتخب (لیلوید و همکاران، ۲۰۱۲)

### تغییرپذیری بارش

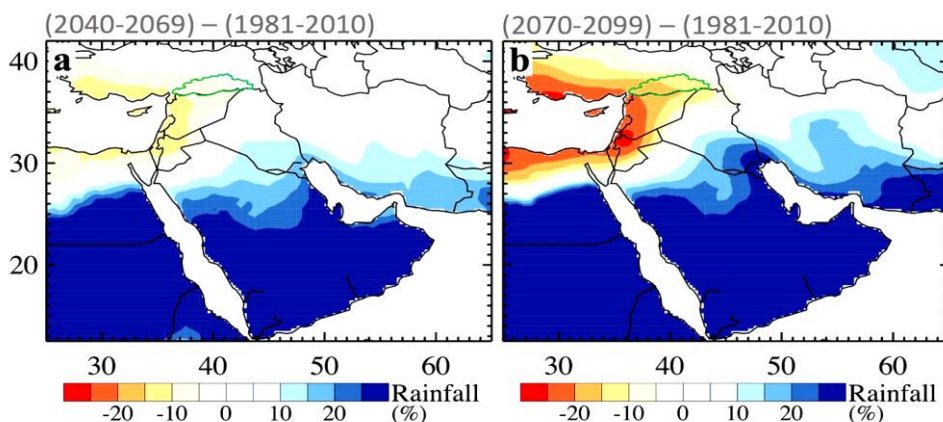
به دلیل تغییرات آب و هوایی احتمال وقوع خشک‌سالی و سیل بیشتر خواهند شد. با افزایش ۲ درجه سانتی‌گراد در میانگین دمای هوای جهان، مقدار بارش در سواحل مدیترانه در حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد کمتر خواهد شد و با افزایش ۵ درجه سانتی‌گراد در میانگین دمای هوای جهان میزان بارش در سواحل مدیترانه ۵۰ درصد کمتر خواهند شد. پیش‌بینی می‌شود که بخش‌های جنوبی شبه‌جزیره عربستان مرطوب‌تر شوند (تا ۵۰ درصد باران بیشتر در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد جهان). شکل (۴) تغییرات پیش‌بینی‌شده شاخص‌های شدید بارش را با تمرکز بر بارندگی روزانه در بازه زمانی ۲۰۴۰ تا ۲۰۶۹ در مقایسه با دوره زمانی ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ را نشان می‌دهد. همان‌طوری که مشاهده می‌گردد در آینده انتظار می‌رود که تعداد روزهای خشک (تا ۱۰ روز در سال) در اطراف خلیج فارس اندکی

کاهش یابد. اما در شمال غرب آسیا و عمدتاً در بالکان، ترکیه، قبرس، لبنان و رژیم اشغالگر قدس، ممکن است تعداد روزهای خشک ۵ تا ۱۵ روز تا اواسط قرن و ۱۰ تا ۲۰ روز تا پایان قرن ۲۱ افزایش یابد. به نظر می‌رسد که این ادامه روندی باشد که از حدود سال ۱۹۶۰ در یونان مشاهده شده است (ناستوس و زرفوس ۲۰۰۹). در نتیجه کاهش تعداد روزهای بارانی، ابرناکی کاهش می‌یابد که نتیجه آن افزایش شدت تابش خورشیدی و دمای هوا خواهد بود. همچنین انتظار می‌رود تعداد روزهای با بارش شدید (بیش از ۱۰ میلی‌متر در روز) در مناطق مرتفع غرب آسیا کاهش یابد. این تغییرات عمدتاً از نظر آماری در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است و انتظار می‌رود شدت بارندگی (حداکثر میزان بارندگی در روز) به جز شمال بالکان و قفقاز کاهش یابد.



شکل (۴): الگوی تغییرات تعداد روزهای با بارش بیش از ۱۰ میلی‌متر و تعداد روزهای خشک در دوره زمانی ۲۰۶-

۲۰۴۰ نسبت به دوره ۱۹۹۰-۱۹۶۱ (لبلویید و همکاران، ۲۰۱۲)



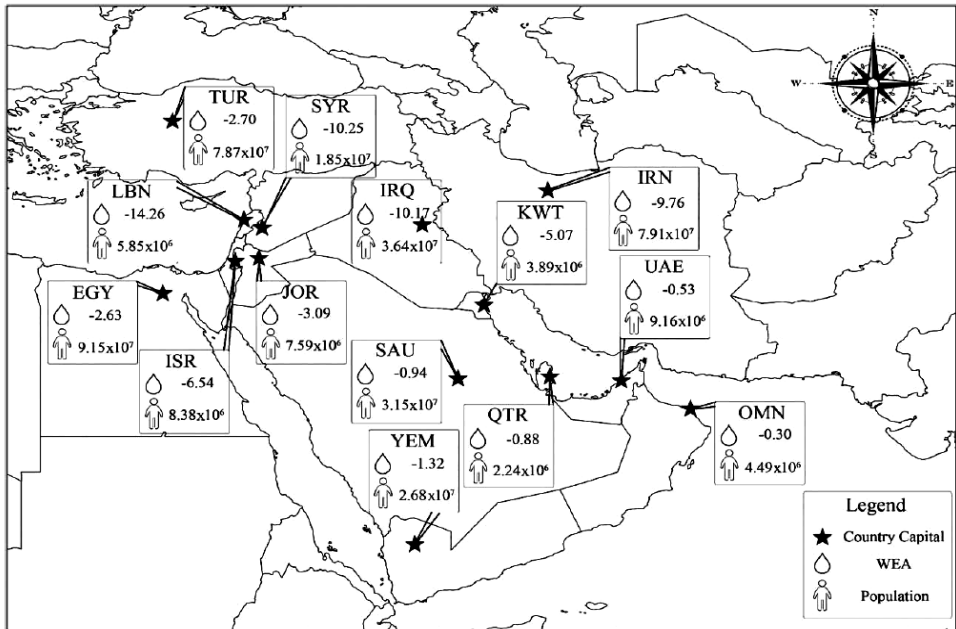
شکل (۵): درصد تغییر میانگین بارش سالیانه در دوره زمانی ۲۰۴۰-۲۰۶۹ نسبت به دوره زمانی ۱۹۹۰-۱۹۶۱ (دزفولی و همکاران، ۲۰۲۲)

در شکل (۵)، شبیه‌سازی در سال‌های ۲۰۴۰-۲۰۶۹ نسبت به دوره ۱۹۶۱-۱۹۹۰ در منطقه غرب آسیا صورت گرفته است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که میانگین بارندگی سالانه در دوره زمانی ۲۰۴۰-۲۰۶۹، از ۴۹۱ میلی‌متر به ۴۴۳ میلی‌متر کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده کاهش ۱۰ درصدی است. با این حال، پنج کشور (ارمنستان، بحرین، گرجستان، کویت و قطر) افزایش بارندگی سالانه را خواهند داشت. درحالی‌که پیش‌بینی می‌شود بارش و در نتیجه منابع آب در بحرین، کویت و قطر افزایش پیدا کنند، اما این افزایش به دلیل کمبود فعلی منابع آبی آن‌ها ناچیز است. نه کشور دارای میانگین کاهش بارندگی بیش از ۱۰ درصد هستند و از این نه کشور، کشورهای قبرس، یونان، لبنان و سوریه بیش‌ترین درصد کاهش بارندگی را خواهند داشت.

### محدودیت منابع آبی

آب مهم‌ترین عامل توسعه پایدار و سبب رشد همه جوامع شهرنشین و روستانشین است. افزایش دمای هوا سبب می‌شود آب به میزان بیشتری بخار شود. بنابراین آب‌های سطحی، رودخانه‌ها و آب ناشی از ذوب شدن برف ممکن است تبخیر شود و به مرور شاهد ناپدید شدن کامل این‌ها باشیم. این آب‌های سطحی یکی از منابع تأمین آب رودخانه‌ها هستند و تبخیر این آب‌ها سبب کاهش میزان آب رودخانه‌ها می‌شود. این موضوع در نهایت خودش را در بخش کشاورزی نشان می‌دهد. افزایش میزان تبخیر آب سبب می‌شود که نظام گسترده‌تری برای آبیاری بخش کشاورزی نیاز باشد.

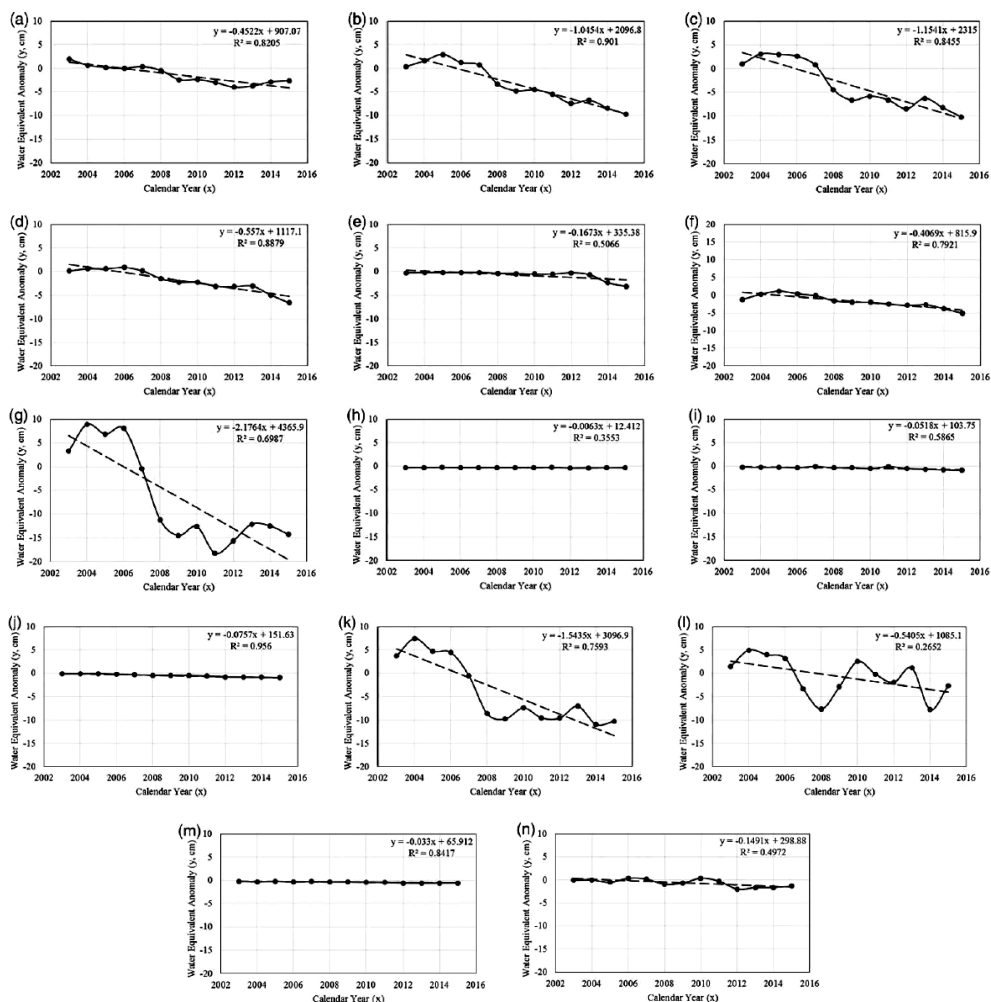
علاوه بر این سبب می‌شود به آب بیشتری برای رشد یک دانه گیاهی نیاز باشد و این موضوع فشار بیشتری را بر کشورها و ملت‌ها تحمیل می‌کند تا بتوانند منابع آبی جایگزینی پیدا کنند. اکثر کشورهای منطقه غرب آسیا دارای اقتصاد نفت محور، محدودیت منابع آب و جمعیت در حال رشد سریع هستند. شکل (۶) شاخص‌های کلیدی جمعیت و آنومالی منابع آب (WEA) را در سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهد. همان‌طوری که در شکل مشاهده می‌گردد، همه کشورهای غرب آسیا دارای آنومالی منفی منابع آبی هستند. این بدان معناست که همه کشورهای غرب آسیا مجبور هستند یا از منابع آب تجدید ناپذیر خود استفاده کنند و یا به منابع آب مصنوعی متوسل شوند (مانند نمک‌زدایی آب دریا و بازیافت آب). در بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵، میانگین آنومالی منابع آبی سالانه در غرب آسیا  $-۱/۸۶$  سانتی‌متر بوده است و همه کشورهای غرب آسیا دارای آنومالی منفی منابع آبی را در این دوره زمانی بوده‌اند. با این حال، مقدار آنومالی منابع آبی اندازه‌گیری شده در بین آن‌ها متفاوت است. به‌عنوان مثال، لبنان با مقدار  $-۱۴/۲۶$  سانتی‌متر بیش‌ترین کاهش میانگین سالانه WEA را به خود اختصاص داده است که حاکی از کاهش ذخیره آب در آینده است. علاوه بر این، سوریه ( $-۱۰/۲۵$ )، عراق ( $-۱۰/۱۷$ ) و ایران ( $-۹/۷۶$ ) دیگر کشورهایی هستند که بیش‌ترین کاهش آنومالی منابع آبی را دارند. از سوی دیگر، عمان با میانگین WEA سالانه  $-۰/۳$  سانتی‌متر موفق شده است بهره‌برداری بیش از حد از منابع آبی خود را کنترل کند و برخی از اثرات نامطلوب بر تعادل آبی خود را کاهش دهد. همچنین امارات متحده عربی با آنومالی منابع آبی ( $-۰/۵۳$ )، قطر ( $-۰/۸۸$ ) و عربستان سعودی ( $-۰/۹۴$ ) عملکرد خوبی در حفظ تعادل آبی در سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۵ داشته‌اند. با این حال، WEA های منفی کوچک‌تر برای این سه کشور نباید برای مقامات این کشورها تسکین‌دهنده باشد، زیرا با توجه به افزایش جمعیت در این کشورها شاخص سرانه دسترسی به آب در حال کاهش است.



شکل (۶): شاخص جمعیت و آنومالی منابع آبی (WEA) بر حسب سانتی متر در سال در منطقه غرب آسیا (بزرگ حداد و همکاران، ۲۰۲۰)

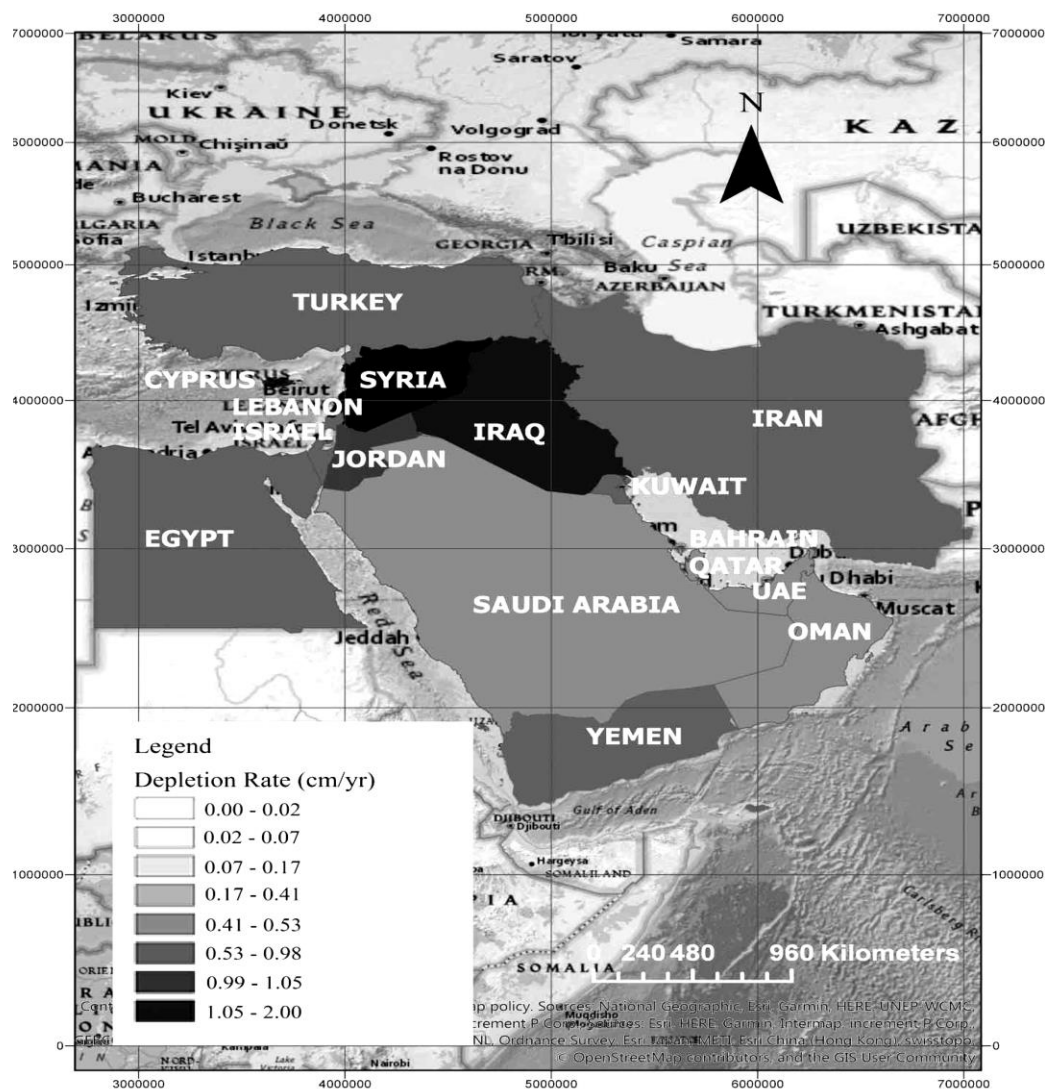
در شکل (۷) روند تغییرات آنومالی منابع آبی برای کشورهای منطقه غرب آسیا ترسیم شده است. به طور کلی میانگین تغییرات آنومالی منابع آبی برای کل منطقه  $-۰/۵۱۳$  سانتی متر در سال است که نشان دهنده روند کاهشی است. کشورهای عمان ( $-۰/۰۶۳$ )، امارات متحده عربی ( $-۰/۰۳۳$ ) و قطر ( $-۰/۰۵۱۸$ ) کمترین روند کاهشی را در منحنی های تغییرات آنومالی منابع آبی را دارند، در حالی که کشورهای لبنان ( $-۲/۱۷۶$ )، سوریه ( $-۱/۵۴۴$ )، و عراق ( $-۱/۱۵۴$ ) بارزترین روند نزولی منحنی آنومالی منابع آبی را در بین سال های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۵ دارند. روند محاسبه شده در بین کشورها متفاوت است، با این حال، تمام منحنی های WEA روند نزولی را نشان می دهند. این روند نزولی WEA در منطقه غرب آسیا یک هشدار در «طرف عرضه» برای مدیریت منابع آب است. «طرف تقاضا» منابع آبی غرب آسیا نیز نیازمند بررسی است، زیرا کمبود آب منطقه ای و امنیت آب شامل در دسترس بودن منابع و استفاده از منابع است. کشورهای غرب آسیا را می توان به دو گروه عمده دسته بندی کرد. گروه اول که شامل مصر، ایران، ترکیه، عراق، عربستان سعودی، یمن و سوریه می باشند نسبت به گروه دوم که شامل رژیم اشغالگر قدس، امارات متحده عربی، اردن، لبنان، عمان، کویت، قطر،

بحرین و قبرس هستند، به طور قابل توجهی پرجمعیت تر هستند. به طور متوسط، مجموع جمعیت کشورهای گروه اول حدود ۱۱ برابر بیشتر از جمعیت کشورهای گروه دوم است.



شکل (۷): شاخص آنومالی منابع آبی در بین مهر و مومهای ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۵ در مصر (a)، ایران (b)، عراق (c)، رژیم اشغالگر قدس (d)، اردن (e)، کویت (f)، لبنان (g)، عمان (h)، قطر (i)، عربستان (j)، سوریه (k)، ترکیه (l)، امارات متحده عربی (m) و یمن (n) (بزرگ حداد و همکاران، ۲۰۲۰)

میانگین کاهش سالانه ذخیره آب (TWS) بر حسب سانتی‌متر در سال برای کشورهای منطقه غرب آسیا در شکل (۸) نشان داده شده است. همان‌طوری که در شکل مشاهده می‌گردد کشورهای لبنان، سوریه، عراق، ایران و رژیم اشغالگر قدس بیش‌ترین میانگین کاهش سالانه ذخیره آب در منطقه را دارا می‌باشند درحالی‌که کشورهای اردن، عربستان سعودی، قطر، امارات متحده عربی و عمان کمترین نرخ کاهش سالانه ذخیره آب را دارند. نرخ بالای کاهش سالانه ذخیره آب نشان می‌دهد که منطقه در حال استفاده بیش از حد از منابع آبی خود است و نرخ کاهش بیشتر از نرخ بازیافت طبیعی منابع آب است. تداوم این شرایط ممکن است آب قابل‌دسترس سالانه را به کمتر از ۵۰۰ مترمکعب برای هر نفر کاهش دهد که معادل کمبود مطلق آب برای آن منطقه است. درحالی‌که همه کشورها در حال حاضر در شرایط کمبود مطلق آب قرار دارند، به نظر می‌رسد وضعیت برای سوریه، لبنان، عراق، اردن، مصر، ایران و ترکیه بدترین وضعیت را داشته باشند.

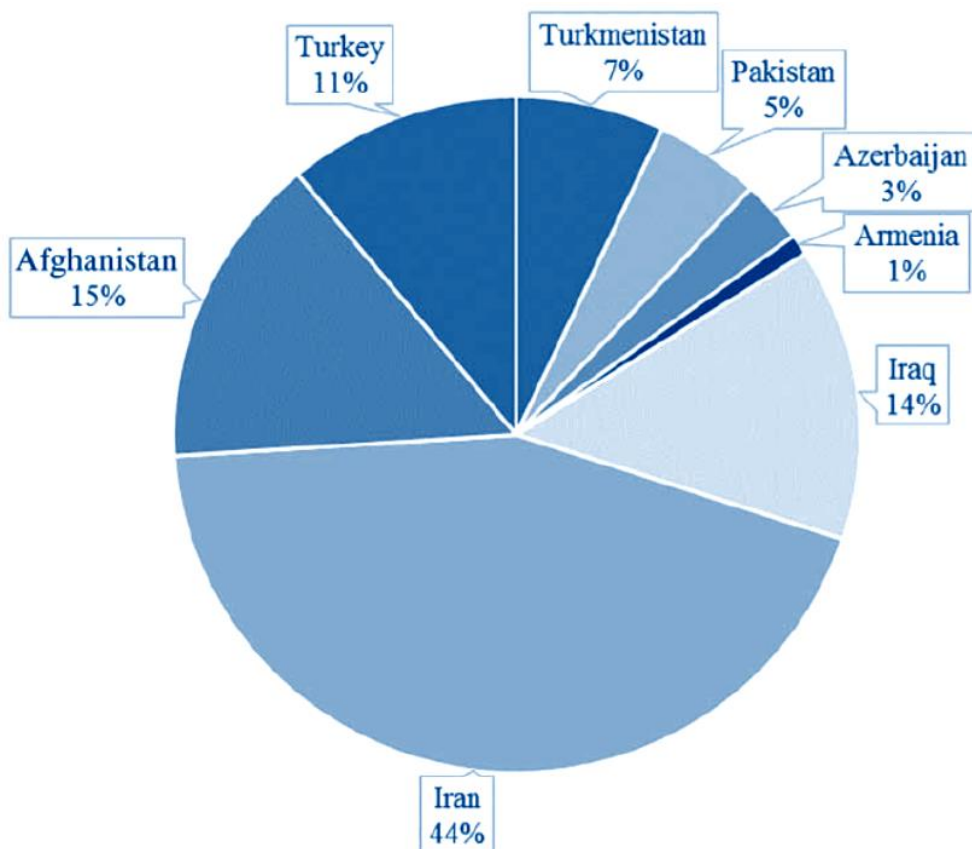


شکل (۸): میانگین کاهش سالانه کل ذخیره آب (TWS) (سانتی متر در سال) در کشورهای غرب آسیا (بزرگ حداد و همکاران، ۲۰۲۰)

تجزیه و تحلیل داده‌های منابع آبی نشان‌دهنده کاهش سالانه کل ذخیره آب با مقدار ۰/۰۱۶۷ سانتی‌متر در سال در کشورهای همسایه ایران است. در بین کشورهای هم‌جوار ایران، آذربایجان بارزترین روند کاهش ذخیره آب با مقدار ۰/۰۳۵ سانتی‌متر در سال را دارد که شامل کاهش آب‌های



سطحی، رطوبت خاک و آب‌های زیرزمینی است. از سوی دیگر، کاهش ذخیره آب در پاکستان با مقدار ۰/۰۱۰۴ سانتی‌متر در سال کمتر از سایر کشورها است. در شکل (۹) درصد کاهش آب معادل کشورهای هم‌جوار ایران بر اساس مساحت آن نشان داده شده است. همان‌طوری که مشاهده می‌گردد کاهش ذخایر آب در نواحی شمالی و غربی ایران از جمله آذربایجان، ارمستان، ترکمنستان و بخش‌های قابل‌توجهی از عراق و ایران بیشتر از سایر نقاط است. این الگوی جغرافیایی حاکی از تأثیرات تغییرات آب و هوایی است که به دلیل تغییرات بارندگی باعث کاهش آب در منطقه مورد مطالعه شده است. مشکلات کاهش آب در ترکیه نسبت به همسایگانش (عراق و ایران) کمتر است که ممکن است به دلیل مدیریت منابع آب در این کشور باشد. ترکیه پروژه آناتولی بزرگ (GAP) را با بیش از ۲۰ سد اجرا می‌کند که سرچشمه رودخانه‌های دجله و فرات را کنترل می‌کنند. این پروژه بزرگ، جریان آب در عراق و غرب ایران را کاهش داده و به شدت بر بخش کشاورزی در عراق و ایران تأثیر می‌گذارد و در نتیجه باعث ایجاد تنش‌های سیاسی بین این سه کشور می‌شود. در سال‌های اخیر، غرب و جنوب غرب ایران با طوفان‌های گرد و غبار مخرب فزاینده‌ای مواجه شده‌اند که می‌تواند به عنوان پیامدهای زیست‌محیطی کاهش منابع آب در مناطق مورد توجه قرار گیرد. منابع آبی عراق و غرب ایران تحت تأثیر گسترش و توسعه GAP ترکیه قرار خواهد گرفت. حوضه‌های فرامرزی یا بین‌المللی زیادی وجود دارد که توسط کشورهای مختلف مدیریت می‌شود. تقریباً ۴۰ درصد از جمعیت جهان در چنین حوضه‌های فرامرزی زندگی می‌کنند که نیاز به مدیریت جامع منابع آب در این مناطق را برجسته می‌کند. منطقه غرب آسیا نیز دارای چندین حوضه فرامرزی است. این حوضه‌ها به دلیل تغییرات آب و هوایی و رشد جمعیت در بستر بی‌ثباتی سیاسی و درگیری‌ها از کمبود آب رنج می‌برند.



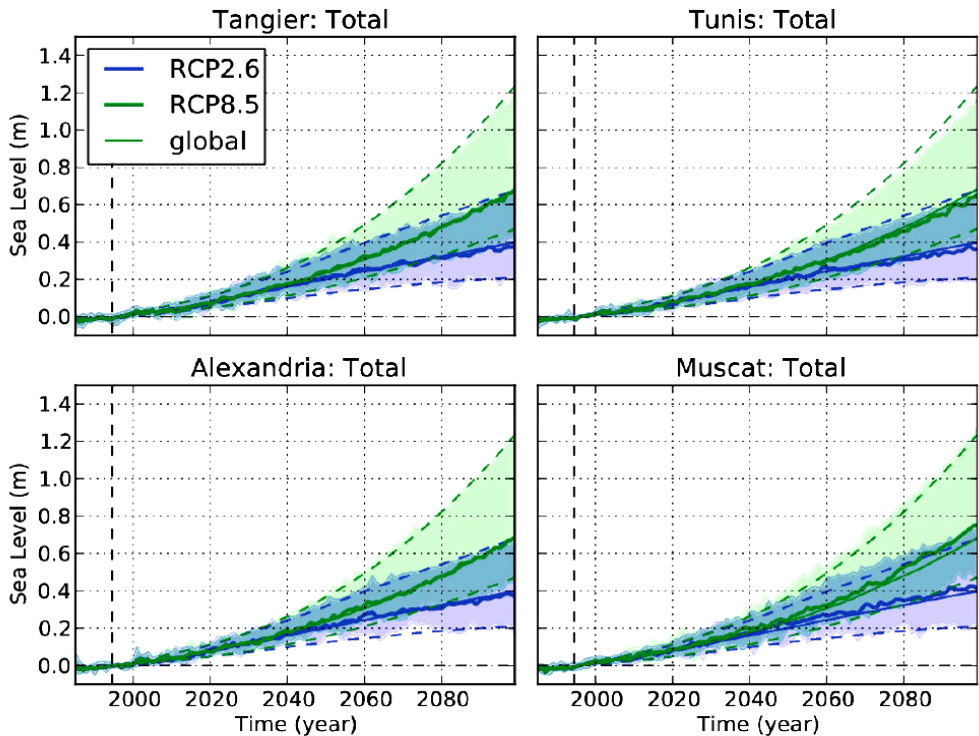
شکل (۹): سهم کشورهای مختلف در کاهش کل ذخیره آب منطقه‌ای با توجه به وسعت آن‌ها (بزرگ حداد و همکاران، ۲۰۲۰)

### افزایش سطح آب دریا

افزایش سطح سطح دریا، اثر جزیره گرمایی شهری و سیل می‌تواند مستقیماً منجر به از دست رفتن زیرساخت‌ها و دارایی‌های قابل توجهی شود و قابلیت زندگی شهرها را تضعیف کند. رشد جمعیت و شهرنشینی سریع منابع آب را تحت فشار قرار داده، مشکلات آلودگی را تشدید کرده، خدمات اولیه را گسترش داده و قرار گرفتن ساکنان شهری در معرض خطرات طبیعی را تشدید کرده است. افزایش سطح آب دریا سبب پیشروی دریا در مناطق ساحلی می‌شود و این موضوع به صورت بالقوه می‌تواند زندگی افراد ساکن در آن منطقه و شهرهای ایجادشده در خط ساحل را تحت تأثیر قرار دهد. در بسیاری مناطق، کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن در خط ساحلی قرار دارد و این افزایش سطح آب

دریا به آن‌ها هم آسیب می‌زند. همچنین ممکن است این موضوع سبب نیاز به جابجایی جمعیت و همچنین مناطق کشاورزی شود. در بین کشورهای منطقه غرب آسیا و شمال آفریقا، مراکش سریع‌ترین منطقه در حال فرسایش در جهان است. همان‌طوری که در شکل (۱۰) مشاهده می‌گردد، در اثر تغییرات اقلیمی سطح آب دریا در شهرهای تونس، مسقط، اسکندریه و طنجه تا سال ۲۰۸۰ می‌تواند ۱/۲ متر افزایش یابد. به‌طور متوسط با افزایش ۱/۵ درجه سانتی‌گراد در دمای جهان سطح آب دریاها حدود ۰/۳۶ متر و با افزایش ۴ درجه سانتی‌گراد سطح دریاها در حدود ۰/۶ متر افزایش خواهد یافت. در منطقه غرب آسیا طول سواحل کشورهای حاشیه خلیج فارس به دلیل پروژه‌های احیای و توسعه ساحلی به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته است.

### Save translation

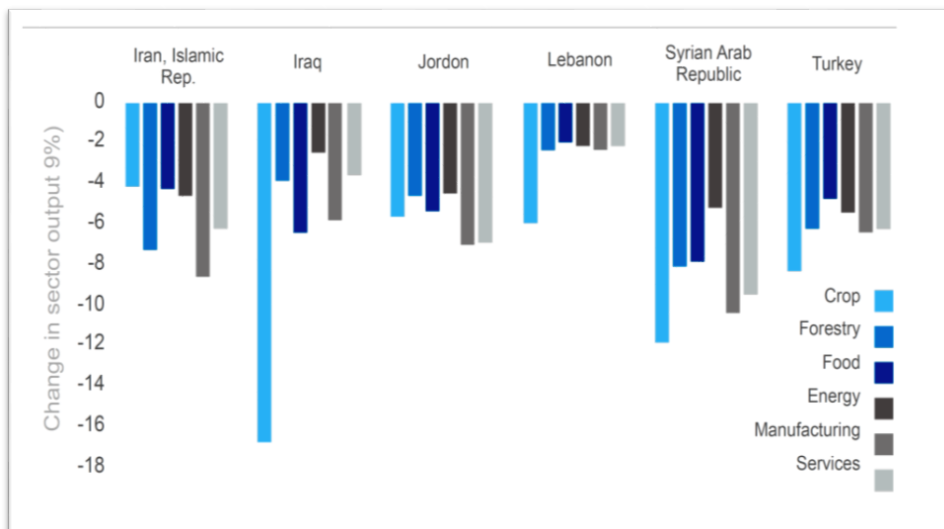


شکل (۱۰): روند تغییرات تراز سطح آب دریا در شهرهای تونس، اسکندریه، مسقط و (گزارش بانک جهانی، ۲۰۲۲)

طنجه تا سال ۲۱۰۰

## امنیت غذایی

تغییرات آب و هوایی یک تهدید اساسی برای امنیت غذایی و افزایش ضریب گرسنگی در منطقه غرب آسیا و شمال آفریقا است. قبل از شیوع کووید-۱۹ (۲۰۱۹)، نزدیک به ۵۵ میلیون نفر از مردم غرب آسیا در خطر ناامنی غذایی بودند. وضعیت به ویژه در کشورهای متأثر از جنگ، خشونت و درگیری‌ها مانند کشورهای عراق، سوریه و یمن نگران‌کننده است. علاوه بر این، کشورهایی که به‌شدت به واردات مواد غذایی وابسته هستند، با نوسان قیمت مواد غذایی مواجه خواهند شد. در حدود ۷۰ درصد از کشاورزی در منطقه به صورت دیم است و به‌شدت در معرض تغییرات آب و هوایی قرار دارند. کشاورزی بزرگ‌ترین بخش از تولید ناخالص ملی را در بسیاری از کشورها به خود اختصاص داده و سهم قابل‌توجهی در اقتصاد ملی دارد. در حال حاضر گرمای شدید و خشک‌سالی حدود یک‌سوم مناطق زمین را تحت تأثیر قرار می‌دهد و عواقبی برای تولید مواد غذایی دارد. افزایش ۲ درجه سانتی‌گرادی دما در سطح جهان، می‌تواند میلیاردها دلار از درآمد خانوارها را کاهش دهد. در کشور سوریه و تونس حدود ۲ میلیارد دلار و در یمن تا ۹ میلیارد دلار خسارت به بخش کشاورزی وارد خواهد شد (شکل ۱۱).



شکل (۱۱): تأثیر تغییرات اقلیمی و بحران آب روی بازدهی تولیدات کشاورزی (سازمان خواروبار و کشاورزی ملل

متحد و سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۱۸)

## جزیره گرمایی شهری

پدیده جزیره گرمایی شهری به معنای گرمای مستمر در مناطق شهری است. گرمای هوا در روزهای اوج، بیشتر در مناطق مرکزی شهرهاست. چراکه در این مناطق به دلیل وجود ساختمان‌ها و ساختار آن‌ها، گرمای هوا میان آنان گیر می‌افتد. همچنین به دلیل مصالح ساختمانی استفاده‌شده در مناطق شهری، فضای شهری تیره‌تر می‌شود. به‌طور طبیعی هرچقدر محیطی تیره‌تر باشد، گرمای بیشتری به خود جذب می‌کند. در این محیط‌ها، انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های خودرو بیشتر است. از طرف دیگر، دستگاه‌های خنک‌کننده نیز هوای گرما را بیرون می‌دهند که چیزی شبیه به همان خروج آلاینده‌ها از خودروها است. در نتیجه دمایی بالاتر را در مناطق شهری شاهد هستیم. جنبه دیگری که بر اثر پدیده جزیره گرمایی شهری ایجاد می‌شود این است که در طول شب شاهد حباب گرما هستیم در نتیجه دیگر شاهد افت دمای جدی در شب نسبت به روز نیستیم. در واقع در طول شب همه آن گرمایی که در طول روز ایجاد شده، در سطوح و ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها می‌ماند و حباب گرما را ایجاد می‌کند (محمدی، ۱۳۸۵).

## افزایش آتش‌سوزی جنگل‌ها

بر اساس آمارهای منتشرشده توسط هیئت بین دول تغییرات اقلیمی، آتش‌سوزی‌های جنگلی در مناطق نزدیک به ساحل بیشتر رخ می‌دهد. این موضوع را در شمال آفریقا و غرب آسیا به ویژه در اطراف مدیترانه به‌وضوح می‌بینیم. از آنجایی که در این مناطق مزارع کشاورزی وجود دارد، این شرایط به صورت مستقیم بر بخش تولید غذا تأثیر می‌گذارد. گرمای شدید و خشکی هوا، منطقه را برای بروز آتش‌سوزی مستعدتر می‌کند.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادات

پیامدهای تغییر آب و هوا در جهان امری حتمی است. این تغییرات بر منطقه غرب آسیا و شمال آفریقا هم تأثیرات زیادی خواهد داشت به ویژه اینکه این مناطق هم‌اکنون هم دارای آب و هوای گرم و خشک هستند و از کم‌آبی رنج می‌برند. هرچند اقلیم‌های متفاوتی در این منطقه وجود دارد اما هر کدام به نوبه خود از تغییرات آب و هوایی متأثر می‌شوند و از پیامدهای منفی آن در امان نخواهند بود. برای مقابله با این تغییرات که به‌طور مستقیم بر زندگی، سلامت و اقتصاد ملت‌ها تأثیرگذار است باید هر چه سریع‌تر وارد عمل شد. در این میان، موضوعاتی چون کاهش تولید کربن و استفاده از منابع مختلف و متنوع انرژی در راهبردهای تعدیل مهم است، درعین حال آب عاملی بسیار مهم در رشد اقتصادی و توسعه پایدار است. راهبردهای زیادی وجود دارد که در این زمینه باید اعمال شود. شرایط جدید اقلیمی غرب آسیا نشان می‌دهد که پیامدهای هرگونه تأخیر، تعلل و توجه ناکافی به موضوع تغییرات آب و هوایی در این منطقه بسیار خطرناک است. بنابراین از هم‌اکنون باید به دنبال راه‌هایی برای مقابله با پیامدهای گرمایش هوا در این منطقه بود. مسلماً این مسئله بسیار ارزان‌تر و کم‌هزینه‌تر از مدیریت بحران در آینده است. در این راستا، راهبردهای زیر برای مقابله با تغییرات اقلیمی باید در دستور کار باشد:

- ✓ افزایش تولید آب: این راهبرد به اصلاح شرایط آب و هوایی به‌طور مشخص به بارور کردن ابرها اشاره دارد. مورد دیگر استفاده از راهبرد بازیافت آب در مناطق شهری و استفاده مجدد از آب‌ها در بخش‌های مختلف است. در برخی کشورها در منطقه غرب آسیا و شمال آفریقا، منابع آبی از بین خواهند رفت. بنابراین مهم است که بتوانیم از همین آب موجود، چند باره استفاده کنیم. علاوه بر این باید از فناوری‌های جدید برای شیرین کردن آب و استفاده از آن بهره برد. از آنجایی که امکان و میزان بارندگی در بسیاری از مناطق غرب آسیا و شمال آفریقا کم است، سفره‌های آب زیرزمینی این مناطق ممکن است کاملاً از بین برود بنابراین باید این منابع را به صورت مصنوعی دوباره پر کرد تا از نابودی کامل آن‌ها جلوگیری کنیم.
- ✓ اصلاح بخش کشاورزی: در بخش کشاورزی باید با استفاده از فناوری، از منابع آبی بهینه استفاده کرد و کارآیی را افزایش داد. یکی از ساده‌ترین راه‌ها اصلاح روش آبیاری است. در برخی نقاط هنوز از آبیاری غرقابی استفاده می‌شود که قطعاً روشی بسیار بد در بهره‌مندی از

آب در مقایسه با روش آبیاری قطره‌ای است. از سوی دیگر کشورها باید در نظر بگیرند که با توجه به منطقه‌ای که در آن واقع شده‌اند، چه گیاهی می‌تواند کاشته شود و بهینه‌ترین تولید را داشته باشد. برای انتخاب بذر به ویژه برای دانه‌هایی که بومی منطقه نیستند، حتماً باید موقعیت جغرافیایی مزرعه را در نظر گرفت. یکی از راه‌های مهم برای کاهش هدر رفت آب، استفاده از روش‌های تطبیقی است. باید ببینیم چطور می‌توانیم در کشاورزی از همان آبی که در اختیار داریم، بیش‌ترین استفاده را کنیم. این موضوع در تعدیل و انطباق با پیامدهای خشک‌سالی بسیار ضروری و مهم است.

✓ توجه به سلامت عمومی: یکی از موضوعاتی که باید به صورت جدی آن را در نظر گرفت، کارگرانی هستند که در محیط بیرون کار می‌کنند. آن‌ها بیش از همه باید به فکر تدابیری برای تطبیق با شرایط باشند. جایگزینی نوبت شب بجای نوبت روز، استفاده از انواع فناوری‌های خنک‌کننده، ایجاد مراکزی با دستگاه‌های خنک‌کننده برای مقابله با هرگونه عارضه مربوط به گرمای شدید هوا همچون سرگیجه و گرم‌زدگی و تعطیلی اجباری از جمله راهکارهای حفاظت از کارگران و اشخاصی است که در روزهای گرم در فضای بیرون مشغول بکار هستند.

✓ کاهش گازهای گلخانه‌ای: یکی از راه‌ها برای کاهش میزان گازهای گلخانه‌ای، بهبود کیفیت سوخت‌های فسیلی است. باید به موضوع مخزن‌های کربن طبیعی هم توجه کنیم. یک منبع بزرگ از مخزن کربن در پوشش‌های گیاهی است. این پوشش‌های گیاهی با جذب دی‌اکسید کربن، اکسیژن آزاد می‌کنند. هرچقدر پوشش گیاهی گسترده‌تر و بزرگ‌تر باشد، می‌تواند گازهای گلخانه‌ای را بیشتر تعدیل کند. بنابراین جنگل زایی می‌تواند راهی خوب برای تعدیل این پیامدها باشد. استفاده از انواع متنوعی از منابع انرژی می‌تواند کمک کند که سوخت فسیلی در منطقه کمتر شود. انرژی بادی یکی از این انواع انرژی تجدید پذیر است اما این انرژی به‌تنهایی نمی‌تواند در منطقه غرب آسیا و شمال آفریقا به عنوان جایگزینی مطمئن استفاده شود. در این منطقه به دلیل شرایط آب و هوایی و طبیعی آن، می‌توان از انرژی خورشیدی استفاده کرد.

## منابع و مآخذ

- سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد و سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۱۳۹۷) چشم‌انداز کشاورزی در دوره زمانی ۲۰۱۷ تا ۲۰۱۸ با تمرکز بر غرب آسیا و شمال آفریقا، ترجمه رؤیا محمد زاده و فاطمه عسکر یزاییه، تهران: موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی.
- قنادی، مجید (۱۳۹۶) نگاهی بر وضعیت موجود و آینده بازار نمک‌زدایی آب در منطقه خلیج فارس و منا، نشریه آب و توسعه پایدار، ۴(۱): صص ۸-۱.
- افضل‌ی، رسول، ذکی، یاشار، کاویانی راد، مراد، محمدخانی، عماد. (۱۳۹۹). مطالعه تطبیقی تغییر اقلیم و چالش‌های امنیتی بحران آب در شهرهای دو حوضه آبریز مرکزی و دریاچه ارومیه، جغرافیای اجتماعی شهری، ۱۷(۱)، صص ۱۸۹-۱۶۷.
- کاویانی راد مراد، کریمی پور یدالله، فهمی هدایت، کرمی صادق. (۱۳۹۶) تبیین پیامدهای امنیتی تغییر اقلیم نمونه موردی: حوضه آبریز مرکزی ایران. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی؛ ۱۷ (۴۶): ۷۳-۹۲.
- کاظمی، حجت. (۱۴۰۱). تغییرات اقلیمی، بحران آب و ستیزه‌های اجتماعی و سیاسی در غرب آسیا. مجله سیاست دفاعی، ۳۱(۱۲۰)، صص ۲۵۵-۲۱۷.
- عسکری یزاییه، فاطمه، محمد زاده، رؤیا، آذرین فر، یدالله. (۱۳۹۹). آب و چشم‌انداز آن در منطقه منا (غرب آسیا و شمال آفریقا). آب و توسعه پایدار، ۷(۲)، ۴۴-۳۳.
- محمدی، حسین (۱۳۸۵) آب و هواشناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- Lelieveld, J., Hadjinicolaou, P., Kostopoulou, E. et al. (2012). Climate change and impacts in the Eastern Mediterranean and the Middle East. *Climatic Change* **114**, 667–687 <https://doi.org/10.1007/s10584>
- Bozorg-Haddad, O., Zolghadr-Asli, B., Sarzaeim, P., Aboutalebi, M., Chu, X., & Loáiciga, H. A. (2020). Evaluation of water shortage crisis in the Middle East and possible remedies. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, 69(1), 85-98.



- Dezfuli, A., Razavi, S., & Zaitchik, B. F. (2022). Compound effects of climate change on future transboundary water issues in the Middle East. *Earth's Future*, 10(4), e2022EF002683.
- Chenoweth, J., Hadjinicolaou, P., Bruggeman, A., Lelieveld, J., Levin, Z., Lange, M. A., ... & Hadjikakou, M. (2011). Impact of climate change on the water resources of the eastern Mediterranean and Middle East region: Modeled 21st century changes and implications. *Water Resources Research*, 47(6).
- Zyadin A(2013) *Water Shortage in MENA Region: An Interdisciplinary Overview and a Suite of Practical Solutions*, *Journal of Water Resource and Protection*, 5: 49  
*rtage\_in\_MENA\_Region\_An\_Interdisciplinary\_Overview\_and\_a\_Suite\_of\_Practical\_Solutions*.
- Bolle H-J (2003) Climate, climate variability, and impacts in the Mediterranean area: an overview. In: Bolle H-J (ed) *Mediterranean climate—variability and trends*. Springer, Berlin, pp 5–8۶.
- Allan, J. A. (2001), *The Middle East Water Question: Hydropolitics and the Global Economy*, 387 pp., I. B. Tauris, London.
- Ben-Zvi, A., and A. Givati (2008), Comment on “First super-high-resolution model projection that the ancient “Fertile Crescent” will disappear in this century” by Akio Kitoh, Akiyo Yatagai and Pinhas Alpert, *Hydrol. Res. Lett.*, 2, 45.
- Casto, E. R., and O. W. Dotson (1938), Economic geography of trans-Jordan, *Econ. Geogr.*, 14(2), 121–130.
- Chapagain, A. K., and A. Y. Hoekstra (2004a), *Water Footprints of Nations*, vol. 2, *Appendices*, *Value Water Res. Rep. Ser. 16*, Inst. For Water Educ., U. N. Educ., Sci. and Cultural Organ., Delft, Netherlands.
- Chapagain, A. K., and A. Y. Hoekstra (2004b), *Water Footprints of Nations*, vol. 1, *Main Report*, *Value Water Res. Rep. Ser. 16*, Inst. For Water Educ., U. N. Educ., Sci. and Cultural Organ., Delft, Netherlands.
- Chenoweth, J. (2008), Minimum water requirement for social and economic development, *Desalination*, 229, 245–256.

