



بررسی تغییرات اقلیمی و تاثیر آن بر منابع آب استان آذربایجان غربی

حمید محمدی

لیسانس جغرافیایی انسانی، گرایش شهری

چکیده

تغییر اقلیم اثرات قابل توجهی بر چرخه آبی دارد، به گونه ای که می تواند تهدیدی بزرگ برای سامانه های آبی در جهان قلمداد شود. تغییرات اقلیمی مهم ترین معضل کره زمین در قرن حاضر است بنابراین ارزیابی و پیشبینی این تغییرات در آینده به دلیل اثرات سوء تغییرات اقلیمی بر منابع آبی و محیط طبیعی و همچنین اثرات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. براین اساس تحقیق حاضر نیز با هدف بررسی تغییرات اقلیمی و تاثیر آن بر منابع آب استان آذربایجان غربی انجام شده است. این پژوهش به روش توصیفی - تحلیلی صورت گرفته است؛ بدین ترتیب که با مراجعه به منابع معتبر در زمینه تغییرات اقلیمی و تاثیرات آن بر محیط زیست و تجزیه و تحلیل یافته ها و نتایج این منابع، به یافته های دقیقی در این زمینه دست یافتیم. نتایج تحقیق حاکی از آن است که اقلیم استان در حال تغییر از نیمه خشک به خشک می باشد و این روند در طی سالیان اخیر سرعت بیشتری به خود گرفته است، بطوریکه سطح آب های زیرزمینی در استان پایین تر رفته و همین امر صدمات جبران ناپذیری را بر چرخه آب منطقه گذاشته است با این حال اکثر تحقیقات به این نتیجه دست یافته اند که در کنار تغییرات اقلیمی، این اقدامات نامتناسب انسانی اعم از برداشت بیش از حد آب های زیر زمینی و کشت و پرورش درختان و محصولات نامتناسب با اقلیم منطقه می باشند که تاثیر سوئی بر منابع آب استان داشته اند بعلاوه طبق یافته ها میزان تبخیر و تعرق در همه ایستگاه های مطالعاتی نسبت به دوره پایه افزایش پیدا کرده است

واژگان کلیدی: تغییرات اقلیمی، منابع آب، تعرق و تبخیر، کشاورزی

مقدمه

پیشرفت و صنعتی شدن جوامع بشری، در قرن گذشته باعث شده تا تغییراتی در اقلیم و آب و هوای نقاط مختلف کره زمین مشاهده شود. نمود این تغییرات اقلیمی، در تغییر مقادیر دراز مدت پارامترهای هواشناسی می باشد. انسان پیش از این نیز کم و بیش آشنایی نزدیکی با اثرات منفی نوسانات اقلیمی در زندگی و حیات جوامع انسانی از قبیل گرمای زیاد، یخبندان، خشکسالی، سیل، طوفان و ... که همگی دارای هزینه های مالی-اقتصادی برای زندگی بشر و جوامع انسانی هستند دارد، ولی موضوع تغییرات اقلیمی کنونی موضوع متفاوتی محسوب می شود، طوری که دیگر امروزه موضوع تغییرات اقلیمی را می توان یکی از واقعیت های معمولی و مشخص مکانیسم هستی زمین تلقی نمود که این موضوع، یک تهدید بسیار مهم و بغرنج (با ابعاد و پیچیدگی گسترده) برای کل بشریت و مکانیسم هستی محسوب می شود و قطعاً از لحاظ اقتصادی نیز هزینه های مالی آن بسیار سنگین و حتی برای برخی نواحی و کشورها طاقت فرسا و آسیب رسان خواهد بود.

قرن بیست و یکم با معضل های زیست محیطی زیادی روبه رو است که یکی از مهم ترین این معضل ها تغییرات اقلیمی است. تأثیرات منفی تغییرات اقلیمی در آینده به سبب نگرش جوامع بر توسعه ی سریع صنعت و توجه کمتر به محیط زیست می تواند شدت گرفتن آن را به دنبال داشته باشد. بررسی ها نشان می دهد که این پدیده می تواند بر سیستم های مختلف شامل منابع آب، کشاورزی، محیط زیست، بهداشت، صنعت و اقتصاد اثرات منفی داشته باشد (صمدی، ۱۳۸۸).

باتوجه به چنین شرایطی، کاهش بیش از اندازه منابع طبیعی یکی از بزرگترین چالش های پیش روی انسان سده بیست و یکم است که به همراه پاره ای از عوامل دیگر همچون رشد فزاینده جمعیت، افزایش آلودگی ها، توزیع نامتعادل منابع و ... در آینده سبب ایجاد بحرانی جهانی خواهد شد (میرمحمدی، ۱۳۸۶).

از سوی دیگر، محیط طبیعی با ویژگی های متنوع از نظر شرایط اقلیمی، فیزیوگرافی و منابع آب و خاک، امکانات متفاوتی را برای کشت محصولات زراعی در نواحی مختلف فراهم کرده است. از آنجاکه هریک از محصولات کشاورزی، شرایط اقلیمی خاصی را می طلبد و محدوده معینی امکان رشد و نمو دارد، چنانچه آن دسته از محصولات که با شرایط موجود منطقه سازگاری دارد، الگوی کشت در نظر گرفته شود، نه تنها امکان برخورداری از بیشترین بهره وری و بازدهی را برای کشاورزان فراهم میآورد، بلکه در بلندمدت کمترین آسیب را به منابع زمینی منطقه وارد می کند (لشکری و رضایی، ۱۳۹۰).

در این میان بخش کشاورزی یکی از عوامل مهم تغییرات اقلیمی به شمار می رود؛ به طوریکه تخریب جنگل ها، زه کشی مرداب ها، سوزاندن کاه و کلش، افزایش احشام، کودپاشی با کودهای نیتروژنه از مهمترین فعالیت های کشاورزی است که سبب انتشار گازهای گلخانه ای می شود (رجبی و همکاران، ۱۳۹۱).

از آنجا که افزایش این احتمال برای دوره های آتی می تواند آثار زیانباری را برای جوامع بشری در پی داشته باشد، در سال های اخیر تحقیق در مورد این موضوع برای حوضه های آبریز مختلف در سطح جهان مدنظر قرار گرفته است. بررسی تغییر اقلیم و اثرات آن بر منابع آب می تواند زمینه ساز اتخاذ سیاست های راهبردی آینده ی مدیریت منابع آب باشد، بدون توجه به این واقعیت که اقلیم در حال تغییر است، نمی توان برنامه ریزی واقع بینانه ای را در زمینه ی بهره برداری از منابع آب انجام داد (هاردی، ۲۰۰۳). براین اساس امروزه تغییر اقلیم یکی از مهم ترین چالش های پیش روی مدیریت منابع آبهای سطحی و زیرزمینی در کل جهان به شمار می روند. تغییر اقلیم نه تنها مقادیر آب در دسترس قابل استفاده برای مصارف مختلف جوامع بشری از قبیل کشاورزی، شرب، صنعت را تحت تاثیر قرار می دهد، بلکه الگوهای مصرف آب را نیز تحت تاثیر قرار خواهد داد.

آب زیرزمینی یکی از مهم ترین منابع تامین آب شیرین مورد نیاز انسان در جهان است که بعد از یخچال ها و پهنه های یخی، بزرگترین ذخیره آب شیرین زمین را تشکیل می دهند. در حال حاضر برداشت آب از منابع زیرزمینی کشور بالغ بر ۹۷ میلیارد مکعب می باشد که بیش از ۷۹ درصد آن در کشاورزی مصرف می شود. بهره برداری از آب های زیرزمینی توسط چاه و قنات پیشه قدیمی ایرانیان بوده است. با ورود فناوری چاه و پمپ، به تدریج سطح ایستابی در اکثر دشت ها افت پیدا کرد و تعداد زیادی از آنها نیز خشک و یا شور شدند (بهارلویی، ۱۳۹۲).

تبخیر و تعرق یکی از مؤلفه های اصلی بیلان آبی هر منطقه و همچنین یکی از عوامل کلیدی برای برنامه ریزی درست و مناسب آبیاری برای بهبود راندمان آب مصرفی در هر منطقه می باشد. از طرف دیگر تبخیر و تعرق نقش قابل ملاحظه ای در اقلیم جهانی از طریق چرخه هیدرولوژی ایفا کرده و تخمین آن کاربردهای مهمی در پیشبینی رواناب، پیشبینی عملکرد محصول و طراحی کاربری اراضی، طراحی کانال های آبیاری و تقسیم آب داشته و همچنین بر روی بلایای طبیعی نظیر خشکسالی مؤثر است عوامل اصلی که بر تبخیر و تعرق مؤثرند، به پارامترهای اقلیمی مانند دما، بارش، رطوبت، تابش خورشیدی و غیره بستگی دارد. لذا هر تغییری در پارامترهای اقلیمی بر میزان تبخیر و تعرق و آب مورد نیاز گیاه تأثیر خواهد گذاشت (هیرو، ۱۹۹۳).

در ایران نیز افت سطح ایستابی آب های زیرزمینی در بیشتر دشت های کشور به وضوح مشاهده می شود. تهی شدن مخازن آب های زیرزمینی، خشک شدن قنات و چشمه ها و حتی چاه های نیمه عمیق و کاهش دبی چاه های عمیق، تغییر جهت جریان آب های زیرزمینی از مظاهر این مسله است. استان خراسان جنوبی یکی از بحرانی ترین استان های ایران به لحاظ آسیب پذیری از خشکسالی است به طوری که این استان تا سال ۱۳۹۸ در رتبه شش کشور از نظر بیشترین کاهش میزان بارندگی قرار دارد. تأثیر این خشکسالی های مزمن در این استان به اندازه های زیاد بوده است که بیش از ۵۰ درصد از روستاهای این استان تا سال ۱۳۹۵ نسبت به سرشماری سال ۱۳۸۵ خالی از سکنه شده اند (رضایی و همکاران، ۱۳۹۲).

ارزیابی پدیده تغییر اقلیم و پیامدهای احتمالی آن بر فرایندهای هیدرولوژی حوضه کمک فراوانی به چالش های مدیران و برنامه ریزان منابع آب در دوره های آتی خواهد کرد و این پدیده می تواند به عنوان عمده ترین چالش بشر در دوره های آتی قلمداد گردد. طبق گزارش ها، تغییر اقلیم مباحث ایجاد تغییر در رژیم هیدرولوژی در چند دهه اخیر در سطح جهان شده است، به گونه ای که بارندگی و جریان های سطحی در عرض های جغرافیایی بالا و میانی، بیشتر و در عرض های پایینی کمتر شده و احتمال مواجهه با رخداد های حدی اقلیمی مانند سیلاب و خشکسالی افزایش یافته است (لان و همکاران، ۱۹۹۹). براین اساس تحقیق حاضر صورت پذیرفته است تا با بهره گیری از نتایج تحقیقات صورت گرفته در زمینه تغییرات اقلیمی در مناطق مختلف به این سوال پاسخ دهد که تغییرات اقلیمی چه تأثیری بر منابع آب استان آذربایجان غربی داشته است؟

تغییرات اقلیمی در جهان

سیالگی (۲۰۰۱) در تحقیقاتی در کشور ایالات متحده آمریکا به کمک اطلاعات هواشناسی ۲۱۰ ایستگاه به این نتیجه رسید که تبخیر - تعرق واقعی در طول دوره آماری ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ افزایش معنی داری داشته است. میانگین تبخیر - تعرق واقعی برای کلیه ایستگاه ها افزایشی در حدود ۳ درصد در طول دوره آماری را نشان می دهد. بیشترین میزان افزایش در ناحیه شرقی و پس از آن در بخش مرکزی اتفاق افتاده لیکن در بخش غربی میزان تبخیر - تعرق واقعی ثابت بوده است. مطالعات انجام شده در کشور استرالیا نشان داد که در طی ۵۰ سال گذشته در بعضی مناطق، مساحت اراضی مستعد برای کشت دیم کاهش یافته است. در پیش بینی مدل های جهانی بدون تردید مناطق مستعد از نظر دیم کاری در دهه های آتی استعداد خود را از دست می دهند. در این تحقیقات از پارامتر شاخص کمبود بارندگی استفاده گردیده و هر دو پارامتر تبخیر - تعرق و بارندگی، سهم یکسانی را در نوسانات شاخص کمبود بارندگی دارند (هاودن و جانس، ۲۰۰۱).

بررسی های انجام شده در این زمینه نمایانگر آن است که تغییرات مقادیر تبخیر - تعرق روند نامنظمی داشته است. به نحوی که این روند در بخش هایی از کشور آمریکا صعودی و در بخش هایی دیگری از آن کشور نزولی، در کشور استرالیا، چین و مناطق واقع در عرضهای جغرافیایی میانی صعودی و در بخش هایی از قاره آفریقا نزولی می باشد. با توجه به وسعت کشور و روند نامشخص تغییرات زمانی پارامترهای مختلف و تحقیقات اندک در این زمینه، تحقیق در مورد تغییرات زمانی این پارامترها، ضروری بوده و از جمله اهداف اصلی این طرح می باشد. کوچکی و همکاران (۱۳۸۴) با اجرای مدل های گردش عمومی برای سال های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ میلادی به این نتیجه رسیدند، که در ایران در تمامی ایستگاه های مورد بررسی افزایشی در میانگین درجه حرارت اتفاق می افتد و بر این اساس در طی ۲۵ و ۵۰ سال آینده شاهد گرمایش عمومی کشور

خواهیم بود، نتایج نشان می دهد که میزان افزایش دما در ماه های بهار و تابستان بیشتر از پائیز و زمستان است و میزان افزایش دما از شمال به جنوب و از غرب به شرق کشور روند بیشتری را نشان می دهد.

تغییرات اقلیمی در ایران

حسینی زاده و همکاران (۱۳۹۳) به مطالعه تحلیل شدت و دوره بازگشت خشکسالی در شرایط تغییر اقلیم آتی مطالعه موردی: دشت دزفول- اندیمشک پرداختند نتایج نشان داد که به طور کلی در دوره ی آتی، تداوم خشکسالی های شدید و خشکسالی های ضعیف افزایش و تداوم خشکسالی های با شدت متوسط کاهش می یابد. بنابراین در طول دوره کشت محصول غالب، منطقه مواجه با خشکسالی های هواشناسی قابل توجهی در آینده خواهد بود که باید در برنامه ریزی ها مد نظر قرار گیرد.

بررسی کمالی (۱۳۷۵) در حوزه آبریز مرکزی و همدان در طول دوره آماری ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ نشان داد که در ۶۰ درصد ایستگاه های مورد بررسی متوسط بارندگی سالانه دارای روند کاهشی می باشد.

طائی و همکاران (۱۳۹۵) با استفاده از مدل ریزمقیاسگردانی LARS-WG و خروجی مدل HadCM3 تحت سه سناریوی تغییر اقلیم به پیشبینی پارامترهای اقلیمی در سه دوره زمانی مختلف در حوضه بار نیشابور پرداختند.

در نتیجه تغییرات اقلیمی، پیشبینی می شود برخی خدمات زیست محیطی مثل شیلات که موقعیت بازاری بالایی دارد و حتی برخی مکانیسم های طبیعی اثرات منفی تغییرات اقلیمی را تجربه کنند. به عبارتی، خدمات بخش خاک و اکوسیستم، چون سرمایه طبیعی و عوامل ورودی تولید (منابع اولیه تولید) را تشکیل می دهند، بنابراین، کاهش در سرمایه طبیعی به معنی کاهش دارایی های اقتصادی تلقی می شود. این موضوع نیز روی تولید تأثیر منفی دارد. و نهایتاً چنین زبان هایی در عرصه سرمایه و دارایی، باعث کاهش رشد اقتصادی می شوند. طبق نتایج مطالعاتی کارشناسان، تخریب منابع خاک و اراضی در نتیجه طوفان های ویرانگر در نواحی ساحلی آمریکا به طور میانگین تا ۰/۸ درصد کاهش رشد اقتصادی را در پی دارد. البته تخریب و زبان های سرمایه طبیعی را می توان با افزایش قابل پیشبینی در سرمایه فیزیکی جبران کرد. به این ترتیب می توان رشد اقتصادی را از اثرات تخریب سرمایه و دارایی ها حفظ نمود. ولی، منابع لازمه برای تحقق سرمایه گذاری های ضروری، الزاماً باعث افزایش صرفه جویی و یا به کارگیری مالیات اضافی می شود و نهایتاً این فرایند کاهش تولید و بدین ترتیب کاهش رفاه اجتماعی را به همراه دارد (هالگیت، ۲۰۱۲). بنابراین الگوسازی فضایی از مهم ترین راهکارهایی است که با روشی علمی، شرایط بهتری را در زمینه سنجش تناسب اراضی برای کشت محصولات کشاورزی به وجود می آورد. در عین حال، تغییر عناصر اقلیمی بر اثر تغییرات اقلیمی ممکن است اثرهای مثبت یا منفی بر بهره برداری از محصولات کشاورزی داشته باشد که در نتیجه این تغییرات، الگوی کشت نیز باید دچار دگرگونی هایی شود. تعیین توان بالقوه و تخصیص کاربری های متناسب با توان سرزمین در هر دوره ای، روشی است که ممکن است میان توان طبیعی محیط، نیاز جوامع، کاربری ها و فعالیت های انسان در فضا رابطه ای منطقی و سازگاری پایداری به وجود آورد (نجفی و همکاران، ۱۳۹۳).

آزرم (۱۳۸۹) با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی نشان داد که ۶۷ درصد از سطح استان آذربایجان غربی دارای شرایط مطلوب برای کشت کلزا است که می توان گفت این درصد اندکی دور از قابلیت واقعی سرزمین است. روش ANP مقادیری مابین روش فازی و AHP به دست داده است و با نگاهی به توانایی طبیعی و محیطی سرزمین در استان آذربایجان غربی می توان گفت این روش عملکرد خوبی در ارزیابی توان اراضی داشته است.

بر اساس نتایج تحقیق سعیدآبادی و همکاران (۱۳۹۴) نواحی مرکزی و جنوبی استان که در دوره پایه دارای شرایط مساعدتر برای کشت کلزا بوده، در حال گرم تر و نامناسب تر شدن برای کشت این محصول است و نیمه شمالی استان که در گذشته از لحاظ دمایی در شرایط مناسبی برای کشت کلزا قرار نداشت، در آینده شرایط گرمتری خواهد داشت و به معنای آن است که این نواحی از لحاظ اقلیمی شرایط مساعدتری برای کشت کلزا در آینده خواهد داشت. بنابراین، موازنه ای در منطقه برقرار خواهد شد که از یک طرف نواحی گرمتر اراضی مستعد خود را در منطقه برای کشت این محصول از دست می دهد و در مقابل، نواحی سردتر (تکاب و شاهین دژ) در منطقه شرایط مساعدتری را نسبت به گذشته به دست خواهد

آورد. درعین حال، منابع زمینی مهم ترین عامل محدودکننده کشت کلزا در نواحی سردسیر استان است که این نواحی در آینده گرمتر و شرایط اقلیمی برای کشت کلزا مناسبتر خواهد شد؛ ولی این مناطق، منابع زمینی مطلوبی ندارد. رسولی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی اثر عوامل مورفو- اقلیمی بر دقت ریزمقیاس گردانی مدل LARS-WG در هفت ایستگاه سینوپتیک واقع در شمال غرب کشور پرداختند نتایج حاصل نشان داد که دقت مدل در ایستگاه های منتخب متفاوت بوده ولی شبیه سازی دما با دقت مناسب تری انجام گرفته و در برآورد بارش از دقت کمتری برخوردار است. با توجه به تغییرات اقلیمی و اثرات آن بر فرایند هیدرولوژیکی، منابع آب موجود و آب در دسترس برای کشاورزی، شرب، صنعت، زندگی جانوری در رودخانه ها و دریاچه ها و نیروی برقی، دبی و رواناب و غیره، بررسی مطالعات منطقه ای اثرات تغییرات اقلیم روی پارامترهای هیدرولوژیکی از قبیل، دما و بارش ضروری می نماید که در حال حاضر معتبرترین ابزار جهت تولید سناریوهای اقلیمی مدل های سه بعدی جفت شده گردش عمومی جو اقیانوس می باشد.

ضرغامی و همکاران (۱۳۹۰) بررسی اثرات تغییرات اقلیمی بر رواناب در استان آذربایجان شرقی با استفاده از مدل HadCM^۳ و روش ریز مقیاس گردانی آماری ANN و LARS-WG تحت سه سناریوی انتشار پرداختند. نتایج حاکی از کاهش بارش و رواناب و افزایش دما و تغییر آب و هوای استان از نیمه خشک به خشک می باشد.

صلاحی (۱۳۹۲) به بررسی تغییرات اقلیمی دریاچه ارومیه با استفاده از دو مدل گردش عمومی ECHO-G و CCSM^{۳۰} در مدل ترکیبی ASF^{۱A}، ASF^{۲B} تحت سه سناریوی MAGIC SCENGEN و P^{۵۰} برای دهه های آینده از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۵۰ پرداخت. نتایج حاصل از هر دو مدل و سناریوهای موردبررسی حاکی از افزایش دما و کاهش بارندگی در دهه های آینده در منطقه است.

نتایج حاصل از پیشبینی مدل در تحقیق صلاحی و همکاران (۱۳۹۴) نیز نشان می دهد که مقادیر دمای حداقل و حداکثر در طی دهه ۲۰۲۰ در هر سه ایستگاه مطالعاتی افزایش خواهد یافت و از میزان بارش در نواحی غربی و شرقی حوضه (ایستگاه های ارومیه و تبریز) نسبت به دوره پایه کاسته خواهد شد. همانطور که مشاهده شد به طور میانگین بیشترین میزان کاهش بارش حوضه مربوط به ایستگاه ارومیه به میزان ۲/۲۶ میلیمتر نسبت به دوره پایه است. بیشترین افزایش دمای حداقل نیز مربوط به ایستگاه های ارومیه و سقز به میزان ۶/۱ درجه سلسیوس و بیشترین افزایش دمای حداکثر به میزان ۵/۱ درجه سلسیوس مربوط به ایستگاه تبریز و ارومیه نسبت به دوره پایه می باشد.

برطبق سناریوهای مورد بررسی، در سطح حوضه، میزان بارش کاهش و میزان دما افزایش پیدا خواهد کرد. مقدار کاهش بارش به میزان ۵/۰ درصد یعنی ۲/۱۱ میلیمتر نسبت به دوره پایه خواهد بود. میزان افزایش دمای حداقل و حداکثر نیز به ترتیب برابر ۵/۲۴ و ۵/۷ درصد نسبت به میانگین دوره پایه می باشد که این امر میتواند افزایش تبخیر و تعرق، کاهش بارش های برفی و افزایش بارش های رگباری و سیل آسا را به دنبال داشته باشد که این امر هم می تواند موجب کاهش ذخیره و تأمین منابع آبی حوضه و نیز افزایش خسارات ناشی از وقوع بارش های رگباری و نیز شسته شدن خاک های حاصلخیز را به دنبال داشته باشد، لذا تأکید و توجه به منابع

طبیعی، آبخیزداری و آبخوان داری و تقویت مراتع برای کاهش اثرات ناشی از بارش های سیل آسا مفید می باشد (عباسی، ۱۳۹۱).

بابائیان و کوهی (۱۳۹۱) به ارزیابی شاخص های اقلیم کشاورزی تحت سناریوهای تغییر اقلیم با استفاده از مدل ریز مقیاس گردانی LARS-WG و روش تبخیر و تعرق هارگریوز در ایستگاه های منتخب خراسان رضوی در سه دوره آتی پرداختند. نتایج حاصل بیانگر افزایش تبخیر و تعرق در هر سه دوره آتی نسبت به دوره پایه است.

کوهی و ثنایی نژاد (۱۳۹۴) با استفاده از دو روش ریزمقیاس گردانی آماری LARS-WG و SDSM تحت دو سناریوی ۲A و ۲B مدل HadCM^۳ به پیشبینی تبخیر و تعرق مرجع به روش فائو پنمن مانیتث در ایستگاه سینوپتیک ارومیه پرداختند. نتایج حاکی از افزایش ۴/۳ تا ۹/۱۴ درصدی تبخیر و تعرق در دهه های آتی نسبت به دوره پایه است.

در تحقیق گودرزی و همکاران (۱۳۹۵) بر طبق نتایج حاصل از سناریوهای مورد بررسی در مدل LARS-WG در مجموع در هر سه دهه مورد بررسی در سطح حوضه مورد مطالعه میزان تبخیر و تعرق نسبت به دوره پایه افزایش پیدا خواهد کرد که به طور متوسط این افزایش در دهه ۲۰۲۰ بر اساس روش هارگریوز به میزان ۷/۴ درصد برابر با ۷۲/۵۸ میلیمتر و بر اساس روش پریستلی تیلور به میزان ۸/۸ درصد برابر با ۴/۱۱۷ میلیمتر نسبت به دوره پایه خواهد بود؛ این افزایش در دهه ۲۰۵۰ بر اساس روش هارگریوز به میزان ۴/۹ درصد برابر با ۸/۱۲۲ میلیمتر و بر اساس روش پریستلی تیلور به میزان ۸/۱۲ درصد برابر با ۱۷۷ میلیمتر نسبت به دوره پایه خواهد بود. همچنین نتایج حاصل نشان می دهد در دهه ۲۰۸۰ نیز همانند دو دوره قبلی میزان تبخیر و تعرق افزایش پیدا خواهد کرد که بر اساس روش هارگریوز به طور متوسط در این دهه به میزان ۶/۱۳ درصد (۳/۱۸۵ میلیمتر) و بر اساس روش پریستلی تیلور به میزان ۷/۱۶ درصد (۷/۲۴۰ میلیمتر) نسبت به دوره پایه خواهد بود. نتایج این پژوهش نشان می دهد که به طور متوسط بلندمدت میزان دمای حداقل بین ۲/۰ تا ۴/۳ و دمای حداکثر بین ۹/۰ تا ۹/۲ درجه سلسیوس در دوره های آتی نسبت به دوره پایه افزایش خواهد یافت. همچنین میزان تبخیر و تعرق نیز بین ۲/۴ تا ۱۵ درصد در دوره های آتی نسبت به دوره به دوره پایه افزایش خواهد یافت.

از طرفی دیگر منابع آب زیرزمینی از فعالیت های انسانی و تغییرات اقلیمی تأثیر می پذیرند. به عنوان مثال تغییر اقلیم موجب افزایش دما شده و از این طریق الگوی بارش را تغییر می دهد که تأثیر مستقیمی بر تراز آب زیرزمینی دارد. هاوریل (۲۰۱۸) تأثیر تغییر اقلیم بر تغذیه سفره آب زیرزمینی را بررسی کردند و نتایج نشان داد روند تغییر اقلیم در آینده، موجب از بین رفتن سیستم جریان آب زیرزمینی می شود.

در تحقیق خلج و همکاران (۱۳۹۸)، بررسی عوامل تأثیرگذار بر کاهش تراز آب زیرزمینی و کیفیت آن از نظر کلاس آب آبیاری به کمک مدل برنامه ریزی بیان ژن، در دشت مهاباد مورد توجه قرار گرفت. روشن است که در سال های اخیر کاهش بارش و افزایش دما بر تراز آب زیرزمینی تأثیرگذار بوده است. کاهش تراز آب زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه در طی ۱۰ سال اخیر برابر با ۴/۱ متر بوده است که متأثر از عوامل اقلیمی و انسانی است. بر این اساس به طور میانگین، تراز آب زیرزمینی به اندازه ۱۱/۱ متر نسبت به حالت اول پایین می آید. در این حالت اختلاف ۱۶/۱ متری با تراز مشاهداتی، بیانگر تأثیر برداشت از منابع آب زیرزمینی به وسیله چاه های بهره برداری است. همزمان بررسی تأثیر عوامل مذکور بر کیفیت منابع آب زیرزمینی با مدل GEP نشان داد استخراج از منابع آب زیرزمینی، موجب تغییر کلاس آب آبیاری از ۱S۲C به ۱S۳C شده است. بدیهی است با توجه به تغییرات اقلیم در آینده و افزایش دما و کاهش بارش و عدم کنترل برداشت از منابع آب زیرزمینی و استخراج مطابق با آنچه که امروز انجام می شود شاهد بدتر شدن شرایط خواهیم بود.

احمدی و همکاران (۱۳۹۴) اثر تغییر اقلیم بر رواناب ناشی از ذوب برف در بالادست حوضه آبریز زاینده رود در زیرحوضه بالادست ایستگاه هیدرومتری قلعه شاهرخ را مورد مطالعه قرار داده اند. در این مطالعه از تصاویر روزانه و هشت روزه پوشش برف سنجنده مودیس برای پایش پوشش برف در بالادست حوضه آبریز زاینده رود به عنوان یکی از متغیرهای مهم در مدل شبیه سازی برف-رواناب SRM استفاده شده است نتایج نشان دهنده کاهش حجم رواناب سالانه در زیرحوضه، کاهش شدید رواناب تولید شده در فصول بهار و تابستان و افزایش رواناب در فصول زمستان و پاییز می باشد. نتایج تحقیق فتاحی و مقیمی (۱۳۹۷) نشان داد باتوجه به شرایط اقلیمی منطقه بیشترین مساحت تحت پوشش برف در ماه های دسامبر، ژانویه، فوریه تا مارس (۱۲ آذرماه الی ۱۲ فروردین ماه) در سطح منطقه مشاهده می شود و حداکثر سطح پوشیده شده از برف در ژانویه رخ داده است. بررسی روند تغییرات سطح پوشش برف در استان آذربایجان غربی در ماه ژانویه طی سال های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ نشان می دهد که در این ماه میزان پوشش برفی در استان آذربایجان غربی به شدت کاهش یافته و دارای روند منفی است بطوری که در طی سال های اخیر در حدود بیست هزار کیلومتر از سطح پوشش برفی این استان در ماه ژانویه کاهش داشته است. همچنین وضعیت مشابهی برای استان های آذربایجان شرقی و اردبیل را برای ماه ژانویه رقم خورده است که مشابه با شرایط منطقه میزان بارش برف و سطح پوشش برف در این دو استان هم روند منفی را نشان می دهد. نتایج این مطالعه نشان می دهد که تغییرات پوشش برف دلالت بر افزایش دما در منطقه و در نتیجه کاهش تغییرات سطح پوشش برف در ماه ژانویه دارد. این روند

می تواند بیانگر اثر گرمایش جهانی و اثر تغییر اقلیم بر سطح پوشش برف منطقه مورد مطالعه باشد. بطوریکه بررسی نمایه های حدی منطقه نیز این فرض را تقویت می کند. بدون شک با افزایش دما الگوی بارش منطقه دستخوش تغییر شده و رژیم بارش زمستانه از برف به باران تبدیل شده است.

نتیجه گیری

اگرچه، در کوتاه مدت امکان دارد تغییرات اقلیمی در برخی نواحی تأثیرگذاری و نقش آفرینی مثبت در حیات و مکانیسم اقتصادی آن جوامع ایفا کنند، ولی طبق پیش بینی های موجود حتی چنین جوامعی نیز از اثرات منفی غیرمستقیم و جانبی تغییرات اقلیمی در امان نخواهند بود. از لحاظ اقتصادی، اگرچه به راحتی و به صورت دقیقتر نمی توان تمامی اثرات منفی تغییرات را پیشبینی و برآورد نمود (خیلی از اثرات تغییرات اقلیمی محسوس و قابل سنجش نیستند)، ولی به راحتی می توان گفت برخی از عرصه های اقتصاد کلان مثل کشاورزی، توریسم و انرژی که حتی در اقتصاد جهانی از اهمیت بالایی برخوردار هستند به صورت مستقیم و به شدت از تأثیرگذاری های مستقیم تغییرات اقلیمی متأثر خواهند بود و در برخی دیگر از متغیرهای حیاتی اقتصاد، این تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری غیرمحسوس و غیرمستقیم خواهد که این امر موضوع را بسیار پیچیده و بغرنج می کند. افزایش گرمایش هوا و آب در نتیجه تغییرات اقلیمی، تغییر در الگوی بارش، کاهش منابع آبی در نتیجه گرمایش هوا و تغییر الگوی بارش، افزایش سطح آب دریاها در نتیجه افزایش و تشدید طوفان و سیلاب های مخرب و ویرانگر، جزو موضوعاتی محسوب می شوند که در عرضه و تقاضای انرژی تأثیرگذار هستند. تغییرات اقلیمی، علاوه بر تأثیرگذار بودن در عرضه و تقاضای انرژی، حتی اثرات مستقیمی بر منابع انرژی و تأسیسات انرژی و حمل و نقل منابع انرژی دارند.

یافته ها حاکی از آن است که اقلیم استان در حال تغییر از نیمه خشک به خشک می باشد و این روند در طی سالیان اخیر سرعت بیشتری به خود گرفته است، بطوریکه سطح آب های زیرزمینی در استان پایین تر رفته و همین امر صدمات جبران ناپذیری را بر چرخه آب منطقه گذاشته است با این حال اکثر تحقیقات به این نتیجه دست یافته اند که در کنار تغییرات اقلیمی، این اقدامات نامتناسب انسانی اعم از برداشت بیش از حد آب های زیر زمینی و کشت و پرورش درختان و محصولات نامتناسب با اقلیم منطقه می باشند که تأثیر سوئی بر منابع آب استان داشته اند بعلاوه طبق یافته ها میزان تبخیر و تعرق بر اساس روش های مذکور در هر سه دوره آبی و در همه ایستگاه های مطالعاتی نسبت به دوره پایه افزایش پیدا کرده است. هم چنین روشن است که سیستم های آب زیرزمینی متأثر از تغییرات ناشی از فعالیت های انسانی شامل ساخت سد، حفر چاه و متعاقباً برداشت مضاعف از منابع آب زیرزمینی به علت سوء مدیریت در منطقه، توسعه کشاورزی و تغییر الگوی کشت، رشد جمعیت و توسعه صنعت هستند. در پی دسترسی به سیستم پمپاژ در چاه ها شاهد توسعه بهره برداری از منابع آب زیرزمینی به منظور تأمین نیازهای مربوط به کشاورزی و صنعت و تأمین نیاز شرب بودیم. ترکیبی از تغییر اقلیم و بهره برداری بیرویه از منابع آب زیرزمینی موجب کاهش تراز آب زیرزمینی و تخلیه منابع آب زیرزمینی، نشست زمین و هجوم آب شور شده است. براین اساس با افزایش میانگین دمای حداقل نیز، عملکرد برخی محصولات که در دوره رشد و محصول دهی نیاز به سرما دارند، کاهش می یابد. لذا با توجه به اینکه به دنبال تغییرات اقلیمی، شرایط اقلیم کشاورزی و همچنین منابع آبی و طبیعی دچار تغییر می گردند، لازم است مسئولین و برنامه ریزان مربوطه در بخش های کشاورزی، منابع طبیعی و منابع آب راهکارهای لازم برای کاهش پیامدها و سازگاری با شرایط آب وهوایی جدید را اتخاذ نمایند. به این منظور لازم است که الگوی کشت اصلاح شده و یا اینکه با اجرای بیشتر سیستم های آبیاری تحت فشار، راندمان آبیاری افزایش یابد چرا که در زمین های کشاورزی در منطقه، آبیاری به صورت سنتی انجام می شود. همچنین لازم است که در زمینه آب شرب و راندمان انتقال آن تحقیقاتی انجام شود چرا که از طرفی در صورت صرفه جویی در این قسمت، میتوان آب سطحی بیشتری به بخش های دیگر از جمله کشاورزی اختصاص داد و از سوی دیگر با توجه به رشد جمعیت در آینده، لازم خواهد بود که آب سطحی بیشتری به شرب اختصاص یابد که خود دلیلی بر کنترل و افزایش راندمان در بخش مربوط به آب شرب است.

منابع

۱. احمدی آزاده، امین خرمیان، حمیدرضا صفوی (۱۳۹۴). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر فرآیند تبدیل برف به رواناب، مطالعه موردی: حوضه آبریز زاینده رود، مجله تحقیقات منابع آب ایران ۱۱ (۲). ۳۵-۴۹.
۲. آزمون، ک. (۱۳۸۹). سنجش تناسب اراضی استان آذربایجان غربی برای کشت کلزا براساس روش های ارزیابی تصمیم گیری چندمعیاره در محیط GIS. پایاننامه کارشناسی ارشد. اردبیل: دانشگاه محقق اردبیلی.
۳. بهارلویی، محسن (۱۳۹۲). تاثیر نوسانات بارش بر آبهای زیرزمینی دشت دامنه، پایاننامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی گرایش اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی، استاد راهنما: عباسعلی آروین، دانشگاه پیام نور اصفهان
۴. حسینی زاده، عطیه؛ سید کابلی، حسام؛ زارعی، وحید؛ آخوندعلی، علی محمد (۱۳۹۵). تحلیل شدت و دوره بازگشت خشکسالی در شرایط تغییر اقلیم آبی مطالعه موردی دشت دزفول- اندیمشک، مجله علوم مهندسی آبیاری. ۳۹ (۱). ۳۴-۴۳.
۵. خلیج، معصومه؛ خلیج، مجید؛ ثقفیان، بهرام و بذرافشان، جواد (۱۳۹۸). بررسی تأثیر عوامل انسانی و اقلیمی بر تغییرات تراز و کیفیت آب زیرزمینی در مناطق نیمه خشک. تحقیقات منابع آب ایران، سال پانزدهم، شماره ۲.
۶. رضایی بنفشه، مجید؛ جلالی عنصرودی، طاهره؛ حسن پور اقدم بیگلو، محمد علی (۱۳۹۷). بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر تغییرات زمانی تغذیه آب زیرزمینی حوضه آبریز تسوج، فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی. ۱۸ (۶۱). ۲۵۵-۲۶۹.
۷. سعیدآبادی، رشید؛ نجفی، محمد سعید و آب خرابات، شعیب (۱۳۹۴). ارزیابی تناسب اراضی در بستر تغییرات اقلیمی (مورد مطالعه: کشت کلزا در استان آذربایجان غربی). پژوهش های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۷، شماره ۴. صص ۵۸۲-۵۶۳.
۸. صلاحی، برومند؛ گودرزی، مسعود و حسینی، اسعد (۱۳۹۴). پیشبینی تغییر پارامترهای اقلیمی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در دوره. علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. سال یازدهم. شماره ۳۷.
۹. فتاحی، ابراهیم؛ مقیمی، شوکت (۱۳۹۷). اثر تغییرات اقلیمی بر روند برف شمال غرب ایران. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال نوزدهم، شماره ۵۴.
۱۰. کمالی، غلامعلی (۱۳۷۵). تغییرات شدید بارندگی در نقاط مختلف کشور در ده سال اخیر. خلاصه مقالات اولین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، مرکز ملی اقلیم شناسی، سازمان هواشناسی کشور، تهران، ۱-۳ خرداد، ۴۳-۴۴.
۱۱. کوچکی، علیرضا و نصیری، مهدی و کمالی، غلامعلی و جمالی، جواد و جوانمرد (۱۳۸۴). مطالعه شاخص های هواشناسی ایران در شرایط تغییر اقلیم، مجله دانش کشاورزی، انتشارات دانشگاه تبریز.
۱۲. گودرزی، مسعود؛ صلاحی، برومند و حسینی، سید اسعد (۱۳۹۵). برآورد میزان تبخیر و تعرق در ارتباط با تغییرات اقلیمی در حوزه ی آبخیز دریاچه ارومیه. علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. سال دوازدهم. شماره ۴۱.
۱۳. لشکری، ح. و رضایی، ع (۱۳۹۰). مکان یابی نواحی مستعد کشت کلزا در منطقه سرپل تهاب. پژوهش های جغرافیای طبیعی. ش ۷۸. ۲۸-۴۹.
۱۴. نجفی، م.س (۱۳۹۱). شبیه سازی اثر گرمایش جهانی در رخداد و بار بیولوژیک گرد و غبار در غرب ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد. به راهنمایی دکتر فرامرز خوش اخلاق. تهران: دانشگاه تهران. دانشکده جغرافیا.
۱۵. نجفی، م.س.، رسولی، ع.، عشورنژاد، غ. و آزمون، ک (۱۳۹۳). پیاده سازی مدل سنجش تناسب اراضی برای کشت کلزا با استفاده از سیستم استنتاج فازی (مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی). مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. ش ۱۵. صص ۱۳۰-۱۱۳.



16. Abbasi, F. Malbousi, Sh. Babaeian, I. Asmry, M. and Borhani, R. 2011. Prediction of climate change in the period 2039-2010. South Khorasan using statistical downscaling model output ECHO-G. 2010. Journal of Soil and Water (Agricultural Sciences and Technology). 24(2):233-218.
17. Babaeian, I. and Kouhi. M. 2012. Agroclimatic Indices Assessment over Some Selected Weather Stations of Khorasan Razavi Province Under Climate Change Scenarios. Journal of Water and Soil, 26(4) 953-967.
18. Hallegatte, S., (2012), "A Fframework to investigate the economic growth impact of sea level rise", *Environmental Research Letters*, 7: 1-7.
19. Hardy, J T. 2003. Climate Change: Causes, Effects, and Solutions. John Wiley & Sons, Ltd. 247 P.
20. Havril T, Tóth Á, Molson JW, Galsa A and Mádl-Szőnyi J (2018) Impacts of predicted climate change on groundwater flow systems: Can wetlands disappear due to recharge reduction? Journal of Hydrology 563:1169-1180.
21. Houerou, H N.Le. and Le Houerou, H.N. 1993. Climatic changes and desertification. Secheresse. 4: 2. 95-111.
22. Howden, M. and R. Jones, (2001): Costs and Benefits of CO2 Increase and Climate Change on The Australian Wheat Industry. Australian Greenhouse Office, October 2001.
23. Kouhi, M. and Sanaei Nejad, H. 2014. Evaluation of Climate Change Scenarios based on Two Statistical Downscaling Methods for Reference Evapotranspiration in Urmia Region. Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 4(7): 559-574.
24. Lane, M E. Kirshen, P H. and Vogel, R M. 1999. Indicators of impact of global climate change on U.S. water resources. ASCE, J. Water Resour. Planning and Manag. 125(4): 194-204.
25. Rasouli, A. A. Rezaei banafsheh, M. Msah Bovany, AR. Khorshiddoust, A. M. and Qermzcheshmeh, B. 2014. Investigation Impact of Morpho-Climatic Parameters on Aaccuracy of LARS-WG Model, Journal of Science and Watershed Engineering. 8(24): 18-9.
26. Salahi, B. 2013. Assessment of Climate Change in Urmia Lake Using MAGICC SCENGEN, thirty-second meeting of the First International Congress on Earth Science.
27. Samadi, S Z, and Msah Bovany, A. 2008. Introduction to artificial neural network and small-scale SDSM to the statistical data of temperature and rainfall, Iranian Water Resources Management Conference. University of Tabriz.
28. Szilagyi, J., (2001): Modeled Areal Evaporation Trend Over The Conterminous United States. J. Irrig. Drain. Engrng, ASCE, 127(4), 196-200.
29. Taei Semiromi, S. Moradi, H. and Khodagholi, M. 2015. Predicted changes in some of climate variables using downscale model LARS-WG and output of HADCM3 model under different scenarios. Journal of Watershed Engineering and Management, 7(2): 145-156
30. Zarghami, M. Abdi, A. Babaeian, I. Hassanzadeh, Y. and Kanani, R. 2011. Impacts of climate change on runoffs in East Azerbaijan, Iran, Global and Planetary Change. 78(3-4): 137-146.



Investigating climate change and its impact on water resources of West Azarbaijan province

Hamid Mohammadi

Bachelor of human geography, urban orientation

Abstract - ۱-۱

Climate change has significant effects on the water cycle, so it can be considered a great threat to water systems in the world. Climate change is the most important problem of the planet in this century, therefore, the evaluation and prediction of these changes in the future is of particular importance due to the adverse effects of climate change on water resources and the natural environment, as well as environmental, economic and social effects. For this reason, the current research has been conducted with the aim of investigating climate change and its impact on the water resources of West Azarbaijan province. This research has been carried out using a descriptive-analytical method; In this way, by referring to reliable sources in the field of climate change and its effects on the environment and analyzing the findings and results of these sources, we achieved accurate findings in this field. The results of the research indicate that the climate of the province is changing from semi-arid to dry, and this process has gained more speed in recent years, so that the level of underground water in the province has gone down, and this has caused irreparable damage. has placed on the water cycle of the region, however, most researches have reached the conclusion that, along with climate change, these disproportionate human actions, such as over-harvesting of underground water and cultivation of trees and crops, are disproportionate to the region's climate. which have had a negative impact on the water resources of the province, in addition, according to the findings, the rate of evaporation and transpiration has increased in all study stations compared to the base period.

Key words: climate change, water resources, transpiration and evaporation, agriculture