



بررسی اثرات اجرای سد فینسک بر منابع آب پایین دست رودخانه تجن

محمدعلی غلامی^{۱*}، زهرا باقری خلیلی^۲، بابک مومنی^۳، محمد عموزاده^۴

۱- دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری.

۲- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری.

۳- استادیار، دانشگاه پیام نور استان مازندران

۴- رئیس اداره مهندسی و مطالعات اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری مازندران-ساری

*نویسنده مسئول: magholamis@yahoo.com

خلاصه

برنامه‌ریزی پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای مستلزم آگاهی تاثیرات آن بر حوضه مبدا می باشد. در سال‌های اخیر احداث سد فینسک در حوضه تجن و بالادست سد شهید رجایی توسط وزارت نیرو در دستور کار می باشد. این مقاله ضمن استخراج منابع و مصارف آب در وضع کنونی، تاثیر ساخت این سد بر منابع آبی پایین‌دست حوضه در افق ۱۴۲۵ را بررسی می نماید. نتایج نشان می دهد، آینده منابع آب این حوضه نامناسب بوده و بدلیل تاثیر تغییر اقلیم آورد رودخانه با کاهش ۱۳ درصدی مواجه خواهد شد. در چنین شرایطی، افزایش جمعیت ثابت و شناور و توسعه کاربری‌های مختلف و به تبع آن افزایش تقاضای جدید از یک سو و احداث سد فینسک از سویی دیگر باعث عدم تامین نیاز آبی بخش‌های مختلف خصوصا کشاورزی (کاهش بالغ بر ۳۰ درصدی منابع آب کشاورزی) خواهد شد. این شرایط چالش‌های زیست محیطی، اجتماعی و امنیتی را به همراه خواهد داشت. بنابراین پیشنهاد می‌شود از اقداماتی که باعث تشدید چالش‌های گفته شده خواهد شد، اجتناب گردد.

کلمات کلیدی: بحران کم آبی، تغییر اقلیم، ساری، سمنان

مقدمه

آب یک منبع کمیاب و حیاتی و درعین حال تجدیدپذیر و با ارزش و غیر قابل جایگزین در توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها می‌باشد و از مهم‌ترین مولفه‌ها در حفظ تعادل و پایداری اکوسیستم و محیط‌زیست است. عدم توزیع یکنواخت زمانی و مکانی بارش، موجب شده است تا پروژه‌های مختلف انتقال با هدف جبران کسری آب در مناطق مختلف کشور مطرح شود. در این میان، حوضه آبریز دریای خزر بعنوان یکی حوضه‌های مهم در طرح‌های انتقال آب، بعنوان حوضه مبدا، مورد توجه تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران قرار دارد.

استان مازندران با دارا بودن آب و هوایی معتدل، زمین‌های مستعد کشاورزی و خاک‌های حاصلخیز برای کشت محصولات باغی و زراعی از جایگاه ویژه‌ای در بخش کشاورزی در کشور برخوردار است. براساس آمارنامه سال ۱۳۹۸ جهاد کشاورزی، سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی استان به ترتیب ۴۴۷۹۴۸ و ۱۴۱۱۷۵ هکتار می‌باشد. بررسی‌ها نشان



می‌دهد، ۸۱ درصد سطح زیرکشت محصولات زراعی و ۷۴ درصد محصولات باغی به صورت آبی و مابقی به صورت دیم کشت می‌شود. میزان کل تولیدات زراعی و باغی استان ۵۹۳۵۵۴۰ تن می‌باشد که تنها ۱۷ درصد آن در اراضی دیم و مابقی یعنی ۸۳ درصد، از طریق فاریاب تولید می‌گردد [۱ و ۲]. بنابراین کشت فاریاب در امنیت غذایی و اقتصاد خانوارهای این استان از اهمیت بسیار برخوردار است. اجرای پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای نه تنها سبب کاهش ذخایر منابع آبی می‌شود، بلکه اثرات زیست محیطی جبران ناپذیری را به استان مازندران تحمیل می‌نماید. رودخانه تجن یکی از رودخانه‌هایی است که وزارت نیرو تصمیم به انتقال آب سرشاخه‌های این رودخانه به استان مجاور را دارد. این رودخانه از بخش‌های شمالی رشته کوه‌های البرز (ارتفاعات کورچشمه، بادله و سرکوه) سرچشمه می‌گیرد و از شاخه‌های متعددی چون چهاردانگه، اسپه رود، ظالم رود، الک، شیرین‌رود، لنگر، روشن‌آب، لاجیم‌دره و سالاردره تشکیل شده است. در سال‌های اخیر پروژه احداث سد فینسک در این حوضه، مشخصاً در شاخه اسپه رود، با هدف انتقال ۷/۵ میلیون متر مکعب آب به شهرهای سمنان و مهدی‌شهر را در دستور کار دارد.

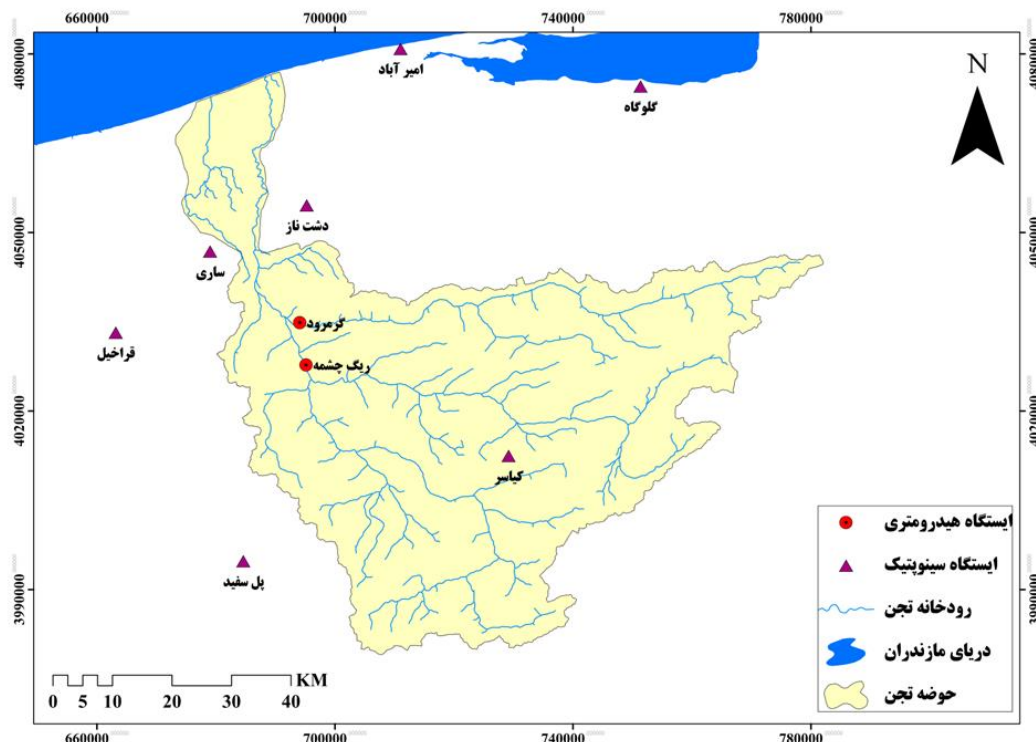
بطورکلی پروژه انتقال آب در صورتی قابل اجرا است که امکان‌پذیری فنی، زیست‌محیطی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی آن توجیه پذیر باشد. معمولاً پیامدها و چالش‌های پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای، به تدریج بروز و ظهور خواهد داشت [۷-۳]. به عنوان مثال، پروژه انتقال آب شمال به جنوب اتحاد جماهیر شوروی سابق، انتقال آب از رودخانه نوا، باعث کاهش حجم آب دریاچه لادوگا شد. به همین دلیل نمک و مواد معدنی افزایش یافت و در نهایت سیستم اکولوژیکی آسیب جدی دید [۵]. همچنین در پروژه انتقال آب کالیفرنیا از طریق کانال دلتا -مندوتا، باعث کاهش ۴۰ درصد از آب رود رودخانه ساکرامنتو و رودخانه سن خواکین به بندر سانفرانسیسکو شد. بنابراین یک شیب شوری به طول حدود ۸۰ کیلومتر تشکیل شد که از قسمت غربی دلتا پایین دست تا شمال خلیج سانفرانسیسکو گسترش یافت که در نتیجه آن کیفیت آب خلیج سانفرانسیسکو کاهش یافت [۱۰]. همچنین در ایران نیز پژوهش‌های زیادی پروژه‌های مختلف انتقال آب را بررسی کردند. قنوتی و همکاران [۹] اثرات انتقال آب بین حوضه‌ای بر مخازن آب زیرزمینی و نشت زمین رودخانه زاب به دریاچه ارومیه بررسی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که روند افت تراز آب زیرزمینی دشت پیرانشهر در پایین‌دست سد سیلوه در دوره پس از انتقال آب به حوضه دریاچه ارومیه تشدید خواهد شد. بطوریکه، بعد از اجرای پروژه تراز آب زیرزمینی ۲/۹۲ متر کاهش خواهد یافت. همچنین، بررسی‌ها نشان داد که، انتقال ۶۶ میلیون مترمکعب از سرشاخه‌های رود کارون از طریق تونل بهشت آباد موجب کاهش آبدهی چاه‌های آب دشت‌های شهرکرد، کیار شلمزار و جونقان به میزان ۵۰ میلیون مترمکعب در سال گردیده و احتمال نشست را در این مناطق افزایش می‌دهد [۸]. سازمان جهانی یونسکو معیارهایی را برای اجرای اینگونه طرح‌ها تعیین کرده است؛ معیار اول این سازمان جهانی برای طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای در سال ۱۹۹۹ چنین است: ناحیه‌ی مقصد باید پس از توجه به منابع جایگزین تامین آب و تمامی اقدامات منطقی کاهش کمبود جدی داشته باشد، تا طرح انتقال آب قابل توجیه گردد. در واقع، تاکید یونسکو بر انجام تمامی اقدامات منطقی کاهش تقاضای آب، نشان دهنده‌ی اولویت مدیریت تقاضا بر مدیریت عرضه می‌باشد، یعنی اگر کمبود آبی را بتوان با مدیریت تقاضا و هزینه‌های معقول حل کرد، به انتقال آب بین حوضه‌ای نیاز نخواهد بود. چنانچه با اعمال این موارد همچنان بحث انتقال آب مطرح باشد، در اجرای این طرح‌ها در مرحله بعد، باید مباحث اجتماعی-فرهنگی، اقتصادی، زیست‌محیطی و تغییرات بنیادین و اساسی آن در حوضه‌های مبدا و مقصد، مد نظر قرار گیرند [۱۱].

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز رودخانه تجن در استان مازندران قرار دارد. مساحت این حوضه ۴۳۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد که توسط کوه‌های البرز در جنوب و دریای خزر در شمال احاطه شده است. موقعیت مکانی این محدوده در شکل شماره ۱ ارائه شده

است. میانگین سالانه دما حدود ۱۵ درجه سلسیوس با آب و هوای گرم و مرطوب و ارتفاع متوسط بارش ۶۰۰ میلی‌متر در سال است. پوشش گیاهی منطقه شامل جنگل، مراتع و باغات و زمین‌های کشاورزی می‌باشد. از محصولات عمده کشاورزی که بصورت دیم و فاریاب در منطقه کشت می‌شوند می‌توان گندم، جو، مرکبات و برنج را نام برد [۱۲].



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز رودخانه تجن و ایستگاه‌های سینوپتیک و هیدرومتری

تغییر اقلیم و برآورد آبدی رودخانه تجن در افق ۱۴۲۵

بمنظور بررسی اثر تغییر اقلیم بر منابع آب سطحی، از مدل GFDL-CM3 از مجموعه مدل‌های اقلیمی گردش عمومی جو (GCM) استفاده شد. این مدل‌ها سه بعدی بوده و قادر است سیستم اقلیمی را با لحاظ نمودن اکثر فرآیندها در مقیاس جهانی و قاره‌ای شبیه‌سازی کند [۱۳]. با توجه به عدم پایداری کشورها به تعهدات بین‌المللی در زمینه کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، از سناریوی RCP8.5 در پیش‌بینی پارامترهای هواشناسی برای بررسی اثر تغییر اقلیم در افق ۱۴۲۵ در نظر گرفته شد. بدین منظور از مدل LARS-WG6 برای مقیاس‌کاهی استفاده شد.

برای برآورد بارش میانگین در سطح حوزه تجن از اطلاعات ایستگاه‌های امیرآباد، دشت‌ناز، گلوگاه، قراخیل، کیاسر، پل سفید و ساری استفاده شد. از آن جایی‌که، از یک سو داده‌های روزانه در دسترس اکثر ایستگاه‌ها کمتر از ۲۰ سال می‌باشد و از سویی دیگر فاقد طول زمانی یکسان می‌باشند، لذا از نرم افزار LARS-WG به‌عنوان مدل مولد داده‌های آب و هوایی استفاده شد. این مدل‌های آماری سری‌های آب و هوایی روزانه مصنوعی، شامل بارش، دمای بیشینه و کمینه و تابش خورشیدی را با ویژگی‌های آماری مشخص تولید می‌کند. در نتیجه، با توجه به داده‌های تاریخی و با استفاده از مدل LARS-WG داده برای دوره شاخص ۳۵ ساله (۱۳۶۰-۱۳۹۵) برای هر ایستگاه تولید و بر اساس داده‌های باز تولید شده داده‌های بزرگ مقیاس مدل GFDL-CM3 در مدل LARS-WG مقیاس‌کاهی شد [۱۳].

برای تخمین رواناب از رابطه (۱) استفاده شد و فرض شد عوامل موثر بر ضریب رواناب در سطح حوزه‌ها در آینده مطابق شرایط کنونی است. برای تخمین ضریب رواناب در هر ماه، از داده‌های بارش و رواناب ماهانه تاریخی استفاده شد.

$$R = C \times P$$

(۱)

که در آن C ضریب رواناب، P ارتفاع بارندگی بر حسب میلی‌متر و R ارتفاع رواناب بر حسب میلی‌متر است.

برآورد نیاز زیست محیطی رودخانه

برای برآورد نیاز حق‌آبه زیست‌محیطی رودخانه‌ها و تالاب‌ها، در حال حاضر روش مورد توافق بین سازمان‌های حفاظت محیط زیست و وزارت نیرو مونتاتای می باشد. این نیاز در محدوده بین ۱۰ تا ۳۰ درصد کل آورد رودخانه به عنوان نیاز اکولوژیک تالاب‌ها می‌باشد. بر این اساس، نیاز زیست‌محیطی آینده در حوزه حوضه تجن، معادل ۲۰ درصد آورد سالانه رودخانه در دوره ۹۵-۱۳۶۰ در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

منابع و مصارف در شرایط کنونی

میانگین آبدهی رودخانه تجن در ورودی به دشت، حدود ۴۳۶ میلیون متر مکعب در سال می باشد. همچنین میزان آب زیرزمینی قابل برنامه‌ریزی نیز در بخش‌های مختلف ۱۷۹ میلیون مترمکعب برآورد می‌شود. مقادیر مصرف کنونی آب در بخش شرب و صنعت در محدوده حوضه تجن حدود ۹۷ میلیون مترمکعب می‌باشد که از این مقدار ۶۸ میلیون مترمکعب از منابع سطحی و ۲۹ میلیون مترمکعب از منابع زیرزمینی تامین می‌شود (جدول ۱ و ۲). نتایج نشان می‌دهد وابستگی کشاورزی به آب سطحی در این منطقه بسیار زیاد می‌باشد بطوری که ۷۳ درصد نیاز این بخش از طریق آب سطحی تامین می‌شود.

جدول ۱- مصارف کنونی سالانه در حوضه آبریز تجن (میلیون مترمکعب)

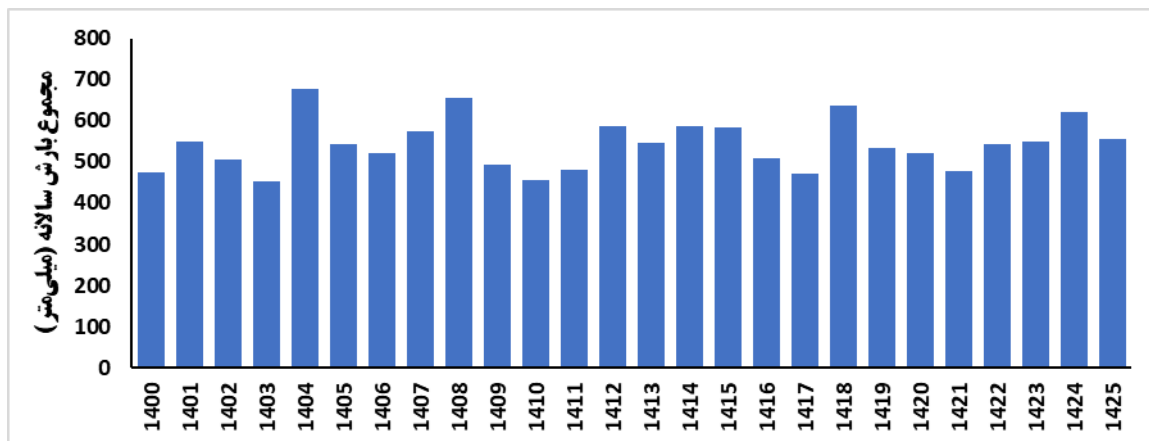
شرب	صنعت	محیط زیست	کشاورزی	مجموع
۷۸	۱۹	۸۷	۴۰۷	۵۹۱

جدول ۲- منابع آب سالانه قابل برنامه‌ریزی در حوضه آبریز تجن (میلیون مترمکعب)

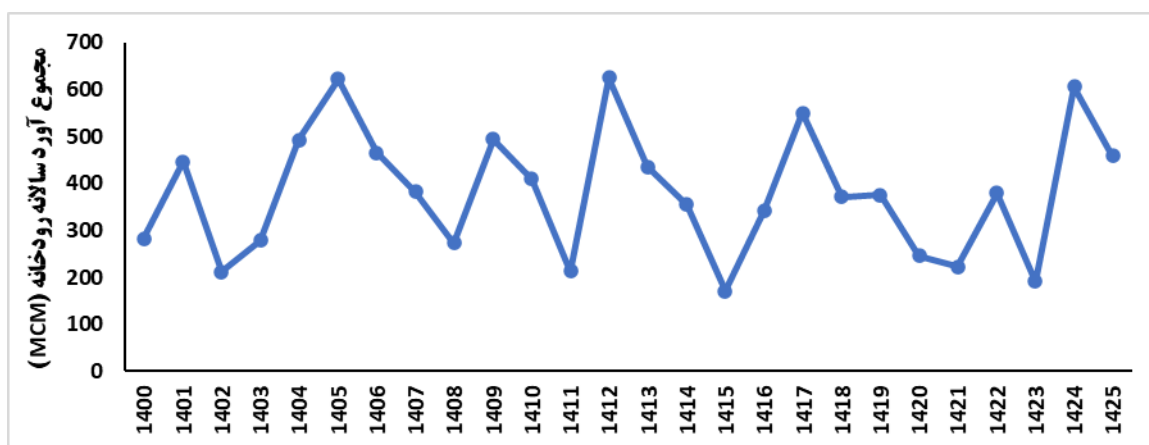
آب سطحی	آب زیرزمینی	شرب و صنعت		کشاورزی	
		آب زیرزمینی	آب سطحی	آب زیرزمینی	آب سطحی
۳۲۵	۱۷۹	۶۸	۲۹	۱۱۱	۲۹۶

اثر تغییر اقلیم

داده‌ها نشان می‌دهد، جریان پایه رودخانه تجن طی ۱۵ سال اخیر کاهش چشمگیری داشته و رژیم هیدرولوژیکی تغییرات فراوانی یافته است. نتایج نشان می‌دهد، میانگین بارش در سطح حوضه تجن در دوره پایه حدود ۶۰۰ میلی‌متر می‌باشد این در حالی است که در افق ۱۴۲۵ این شاخص به ۵۴۰ میلی‌متر کاهش خواهد یافت. به‌بارتی با کاهش ۱۰ درصدی بارش مواجه خواهد شد (شکل ۲). همچنین پیش‌بینی می‌شود تا افق ۱۴۲۵، متوسط آورد رودخانه نسبت به دوره تاریخی با ۱۳ درصد کاهش به ۳۸۱ میلیون مترمکعب در سال خواهد رسید.



شکل ۲- مجموع بارش سالانه حوضه تجن در دوره آینده (۱۴۰۱-۱۴۲۵)



شکل ۳- مجموع آورد سالانه رودخانه تجن در آینده (۱۴۰۱-۱۴۲۵)

بررسی و تحلیل اثرات طرح انتقال آب سد فینسک بر منابع آب پایین‌دست

جدول ۳ میزان نیاز سالانه آب در بخش‌های مختلف تا افق ۱۴۲۵ را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود حجم آب مورد نیاز کشاورزی در افق ۱۴۲۵ نسبت به شرایط کنونی تغییری ندارد. به عبارتی با فرض ثابت بودن الگو و روش آبیاری کنونی، نیازسنجی انجام شده است. در جدول ۴، منابع آب قابل برنامه‌ریزی با لحاظ نمودن پروژه انتقال آب از طریق سد فینسک را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود از پتانسیل تولید پساب در محدوده برای کاربرد در صنعت نیز استفاده شده است. مشاهده می‌شود علیرغم ثابت بودن نیاز بخش کشاورزی، امکان تامین ۲۷۵ میلیون متر مکعب از طریق آب سطحی و زیرزمینی برای این بخش وجود دارد. به عبارتی بالغ بر ۳۰ درصد نیاز بخش کشاورزی منطقه تامین نخواهد شد.

بی تردید عدم تامین نیاز آب بخش کشاورزی، خسارت جبران ناپذیری را به منابع آب و خاک محدوده تحمیل می‌نماید. کما اینکه باستناد گزارش‌ها، در شرایط کنونی کسری حجم آبخوان این محدوده بالغ بر ۱۹ میلیون متر مکعب است. بنابراین اجرای پروژه انتقال آب سد فینسک از یک سو و کاهش جریانات سطحی ناشی از تاثیر تغییر اقلیم از سوی دیگر باعث تشدید افت سطح ایستابی و کاهش کیفیت آب زیرزمینی به دلیل پیشروی و تداخل آب دریا را فراهم می‌سازد. در این بین پدیده فرونشست زمین نیز دور از انتظار نیست بطوری که در حال حاضر تخریب ساختمان‌ها و دیوارهای در محدوده مورد بررسی خصوصا در شهرستان میاندروود قابل مشاهده می‌باشد و بی تردید در آینده بیشتر رخ خواهد داد.



جدول ۳- نیاز سالانه محدوده تا افق ۱۴۲۵ بر اساس اسناد توسعه استان (میلیون مترمکعب)

زیست محیطی	نیاز شرب	نیاز صنعت	نیاز کشاورزی
۷۳/۵	۸۴	۵۵	۴۰۷

جدول ۴- منابع آب قابل برنامه ریزی در محدوده در شرایط اجرای طرح انتقال تا افق ۱۴۲۵ (میلیون مترمکعب)

۳۸۱	متوسط آورد سالانه در افق ۱۴۲۵ (تاثیر تغییر اقلیم)	
۷/۵	انتقال به سمنان از طریق احداث سد فینسک	
۳۷۳/۵	آبدهی رودخانه	
۷۳/۵	نیاز زیست محیطی	
۳۰۰	پتانسیل آب سطحی	
۹۹	پتانسیل آب زیرزمینی	
۱۵	پتانسیل پساب تولیدی	
۴۱۴	مجموع آب قابل برنامه ریزی	
۵۶	زیرزمینی	نیاز شرب و صنعت
۱۵	پساب	
۶۸	سطحی	
۱۳۹	مجموع	
۴۳	آب زیرزمینی	حجم قابل تامین آب به کشاورزی
۲۳۲	آب سطحی	
۲۷۵	مجموع	

نتیجه گیری

بطور کلی نتایج نشان می دهد، آینده منابع آب این حوضه نامناسب بوده و بدلیل تاثیر تغییر اقلیم، آورد رودخانه با کاهش ۱۳ درصدی مواجه خواهد شد. در چنین شرایطی، افزایش جمعیت ثابت و شناور و گسترش کاربری‌های مختلف و به تبع آن افزایش تقاضای جدید از یک سو و احداث سد فینسک از سویی دیگر باعث عدم تامین نیاز آبی بخش‌های مختلف خصوصا کشاورزی خواهد شد بطوریکه، پیش‌بینی می‌شود منابع تامین نیاز کشاورزی در دشت‌های حوضه تجن با کاهش حدود ۳۰ درصدی مواجه خواهد بود. این شرایط چالش‌های زیست محیطی، اجتماعی، امنیتی و ... را به همراه خواهد داشت. بنابراین پیشنهاد می‌شود از اقداماتی که باعث تشدید چالش‌های گفته شده خواهد شد، اجتناب گردد. بعنوان مثال ساخت سد فینسک در بالادست سد شهید رجایی نمونه بارزی از این اقدامات می باشد. اصلاح روش کشت برنج (از سنتی به خشکه کاری) و روش آبیاری شالیزاری (از سنتی به شیوه های نوین) در محدوده پیشنهاد می‌شود. بی‌شک حمایت مادی و ترویجی دولت و دستگاه‌های اجرایی برای برون رفت از مشکلات آتی ضروری است.

تشکر و قدردانی



این پژوهش با حمایت مالی اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران-ساری انجام شد و نویسندگان از این دستگاه اجرایی تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

۱. احمدی، ک.، عبادزاده، ح.ر.، حاتمی، ف.، عبدشاه، ه.، کاظمیان، آ. (۱۳۹۹). آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸، جلد اول: محصولات زراعی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی.
۲. احمدی، ک.، عبادزاده، ح.ر.، حاتمی، ف.، عبدشاه، ه.، کاظمیان، آ. (۱۳۹۹). آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸، جلد سوم: محصولات باغی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی.
3. Davies, B. R., Thoms, M., & Meador, M. (1992). An assessment of the ecological impacts of inter-basin water transfers, and their threats to river basin integrity and conservation. *Aquatic conservation: Marine and freshwater ecosystems*, 2(4), 325-349.
4. Liu, J., Zang, C., Tian, S., Liu, J., Yang, H., Jia, S., ... & Zhang, M. (2013). Water conservancy projects in China: Achievements, challenges and way forward. *Global Environmental Change*, 23(3), 633-643.
5. Pozdnyakov, D. V., Korosov, A. A., Petrova, N. A., & Grassl, H. (2013). Multi-year satellite observations of Lake Ladoga's biogeochemical dynamics in relation to the lake's trophic status. *Journal of Great Lakes Research*, 39, 34-45.
6. Rafikov, V., & Gulnora, M. (2014). Forecasting changes of hydrological and hydrochemical conditions in the Aral Sea. *Geodesy and Geodynamics*, 5(3), 55-58.
7. Bozorg-Haddad, O., Abutalebi, M., Chu, X., & Loáiciga, H. A. (2020). Assessment of potential of intraregional conflicts by developing a transferability index for inter-basin water transfers, and their impacts on the water resources. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 1-16.
۸. آتشخوار، ف.، زمانی، ع.، پورعبدالله، ن. (۱۳۹۱). وضعیت ناپایدار آبخوان‌های مسیر انتقال آب از عواقب تونل بهشت‌آباد. همایش ملی انتقال آب بین حوضه‌ای (چالش‌ها و فرصت‌ها)، شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد.
۹. قنوازی، ع.ا.، خضری، س.، طالب‌پور اصل، د. (۱۳۹۴). ارزیابی اثرات انتقال آب بین حوضه‌ای بر مخازن آب زیرزمینی و نشست زمین (مطالعه موردی: انتقال آب رودخانه زاب به دریاچه ارومیه). پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۴(۲): ۲۹-۴۴.
10. Ma, F. B., & Wang, X. (2011). Impacts of water transfer project on eco-environment: a review. *Water Conservancy Science and Technology and Economy*, 17(10), 20-24.
۱۱. صادقی، ح.ر.، کاظمی‌کیا، س.، خیرفام، ح.، حزباوی، ز. (۱۳۹۵). تجارب و پیامدهای انتقال آب بین حوضه‌ای در جهان. تحقیقات منابع آب ایران، ۱۲(۲): ۱۲۰-۱۴۰.
۱۲. شیرزادی لسکوکلایه، س.، مرادی نجف‌آبادی، م.، شاهنظری، ع. (۱۳۹۸). مدیریت مصرف و توزیع آب در اراضی شبکه آبیاری و زهکشی تجن با تاکید بر پایداری منابع آب. پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب)، ۳۳(۴): ۶۷۳-۶۸۹.
۱۳. منجذب مروتی، ش. و امیدوار، ک. (۱۴۰۱). ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر متغیرهای اقلیمی با استفاده از مدل LARS-WG6 مطالعه موردی: بندرعباس. نشریه محیط زیست طبیعی، ۷۵(۱): ۷۷-۸۸.