



## تعیین آب مورد نیاز سویا در استان مازندران

محمداسماعیل کمالی\*

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

### چکیده

در این تحقیق برآورد نیاز آبی سویا در استان مازندران مدنظر قرار گرفت. برای این منظور پایگاه داده جامعی از داده های هواشناسی و اطلاعات گیاهی ایجاد گردید. نیاز آبی به روش دومرحله‌ای فائو بدست آمد. تبخیر تعرق مرجعه روش فائو-پنمن-مانتیت و با استفاده از نرم‌افزار کراپوات ۸ محاسبه شد. سپس با توجه به دوره رشد سویا و مقدار ضرایب گیاهی آن در مراحل مختلف رشد، نیاز آبی سویا برای دو حالت کشت بهاره و تابستانه در دوره‌های ۱۰ روزه محاسبه شد. از نظر مکانی نتایج نشان داد که میزان نیاز آبی سویا از غرب به شرق استان بیشتر می‌شود. بیشترین میزان نیاز آبی سویا را شهرهای ساری و نکا دارا بودند که برای کشت بهاره ۵۶۸۹ و ۵۶۷۷ و برای کشت تابستانه ۴۴۸۵ و ۴۴۷۷ مترمکعب در هکتار بود. از نظر زمانی نیز بیشترین میزان نیاز آبی سویا بهاره در ماه مرداد و سویای تابستانه در ماه شهریور رخ داد. نتایج نشان داد که میزان نیاز آبی محاسبه‌شده سویا در این تحقیق با مقادیر ارائه‌شده در سند ملی (NETWAT) و کتاب مرجع "برآورد آب موردنیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور" ۵ الی ۵۹ درصد اختلاف داشته است. از آنجایی که مقادیر نیاز آبی این تحقیق با داده های جدیدتر بدست آمد، نتایج این تحقیق در برنامه ریزی آبیاری سویا پیشنهاد می‌شود. همچنین در صورت انجام آبیاری تکمیلی برای سویای بهاره مقدار نیاز آبی در مرحله گل‌دهی ۳۸۰ الی ۴۸۰ و در مرحله دانه‌دهی ۴۰۴ الی ۴۹۸ متر مکعب در هکتار می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** سویا، نیاز آبی، تبخیر-تعرق مرجع، اقلیم.

## بیان مسئله

سویا از دانه‌های مهم روغنی به شمار می‌رود. سویا بیشترین درصد پروتئین را در بین دانه‌های روغنی دارد. اما میزان روغن آن کمترین می‌باشد. وجود پروتئین زیاد سبب شده است که کنجاله روغن آن برای تغذیه انسان بسیار مناسب باشد. کشت سویا به علت تثبیت بیولوژیک نیتروژن، موجب تقویت خاک‌های زراعی شده و از نظر اکولوژیک نقش مهمی در پایداری اکوسیستم‌های زراعی دارد.

سویا گیاهی تابستانه است که با توجه به نوع رقم و شرایط اقلیمی منطقه از نیمه بهار تا اوایل تابستان کشت می‌شود. اگر سویا به‌عنوان کشت بهاره در نظر گرفته شود، در نواحی معتدل تا سرد کشور از نیمه اردیبهشت تا اواسط خرداد کشت می‌شود. چنانچه به‌عنوان کشت دوم در نظر گرفته شود، بسته به زمان برداشت محصول قبلی از اواسط اردیبهشت تا اواسط تیرماه به کشت آن اقدام می‌گردد. خاکی که سویا در آن کشت می‌شود باید دارای بافت متوسط و زهکشی مناسب باشد. سویا به شوری خاک حساس بوده و اسیدتیته خاک باید بین ۶/۸-۶ باشد. در صورت خشک بودن خاک به‌ویژه در کشت دوم باید زمین را قبل از کاشت، ابتدا آبیاری کرد و سپس اقدام به کشت محصول کرد. در غیر این صورت بلافاصله پس از کاشت باید اولین آبیاری را انجام داد.

سویا در مراحل گلدهی، تشکیل غلاف و پرشدن دانه به کم‌آبی حساس می‌باشد و در صورت بروز تنش، خسارت شدیدی به عملکرد وارد خواهد شد (سیاونیت و کرامر، ۱۹۷۷). دورنباس و کاسام (۱۹۷۹) و پالمر و همکاران (۱۹۹۵) مرحله گلدهی را بحرانی‌ترین دوره رشد سویا به تنش آبی معرفی نمودند. کم‌آبی در مرحله گلدهی سویا موجب ریزش گل‌ها می‌گردد. اکبری (۱۳۹۱) بیان کرد که تنش آبی در مرحله گلدهی موجب کاهش شدید عملکرد می‌گردد اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با تنش در مرحله رشد رویشی و مرحله پرشدن دانه نداشته است. در این تحقیق بر اساس داده‌های فاکتور حساسیت نیز به ترتیب مراحل پر شدن دانه، گلدهی و مرحله رویشی بیشترین حساسیت را نسبت به تنش آبی داشته‌اند. پالمر و همکاران (۱۹۹۵) در تحقیقی بر روی سویا بیان کردند که چنانچه سویا در مرحله گلدهی، سه تا چهار هفته تحت شرایط خشکی قرار بگیرد، غلاف‌ها تشکیل نمی‌شوند و یا خیلی کم تشکیل می‌شوند.

عدم آبیاری به مقدار مناسب در زمان دانه بستن موجب ریز شدن دانه‌ها و در نتیجه پایین آمدن عملکرد می‌گردد. در تحقیقی بیان شد که تنش خشکی در طی دوره پرشدن دانه در سویا باعث کاهش ۳۲ تا ۴۲ درصدی عملکرد می‌شود (ویرا و همکاران، ۱۹۹۲). در تحقیقی بر روی نیاز آبی سویا بیان شد که مقدار نیاز آبی سویا برای حصول بیشینه محصول بسته به شرایط آب و هوایی و طول دوره رشد به میزان ۴۵۰۰ تا ۷۰۰۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد (دورنباس و کاسام، ۱۹۷۹). اکبری نودهی (۱۳۹۱) بیان کرد که میزان آب مصرفی سویا در نکا

برابر ۳۶۷ میلی‌متر (۳۵۰ میلی‌متر آب آبیاری و ۱۷ میلی‌متر بارش) با ۷ مرحله آبیاری برآورد شد. همچنین آبیاری کامل بیشترین میزان عملکرد را به میزان ۵۱۰۰ کیلوگرم در هکتار داشت و گلدهی حساس‌ترین مرحله به کم‌آبی بود. سرایی تبریزی (۱۳۹۱) در تحقیقی در کرج میزان نیاز آبی سویا را با روش بیلان رطوبتی خاک اندازه‌گیری کردند که ۶۵۶ میلی‌متر بدست آمد. کیانی (۱۳۹۸) در تحقیقی با استفاده از داده‌های هواشناسی طولانی‌مدت میزان نیاز آبی سویای تابستانه (کاشته شده بعد از برداشت گندم) را در گرگان به روش فائو محاسبه کرد. نتایج نشان داد که نیاز آبی ناخالص سویای تابستانه ۵۱۸ و نیاز آبی خالص آن ۳۹۷ میلی‌متر می‌باشد. روش‌های آبیاری سویا بسته به شرایط خاک، آب‌وهوا، تسهیلات و امکانات موجود، منبع آب و وضعیت توپوگرافی خاک متفاوت است که معمولاً آبیاری به‌صورت کرتی، نشتی و بارانی انجام می‌گیرد.

سویا در استان مازندران به دو صورت بهاره و تابستانه کشت می‌شود و کاشت تابستانه آن معمولاً پس از برداشت گندم انجام می‌پذیرد. عملکرد سویا در استان مازندران علیرغم دارا بودن شرایط آب و هوایی و خاک مناسب برای رشد سویا، در حدود ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار است. اگرچه این عملکرد بیشتر از متوسط کشوری می‌باشد، اما ۳۰ درصد کمتر از متوسط جهانی است که بازدهی اقتصادی آن را کاهش می‌دهد (اکبری نودهی، ۱۳۹۱). یکی از دلایل آن، عدم آبیاری به میزان مناسب و در زمان مناسب مخصوصاً در مراحل حساس رشد گیاه می‌باشد. غالب کشت سویا در استان مازندران نیز در نیمه شرقی استان حدفاصل بابلسر تا گلوگاه می‌باشد. جدول ۱ میزان سطح زیر کشت، تولید و عملکرد سویا در استان مازندران را نسبت به ایران در سال زراعی ۹۶-۹۷ بر اساس آمارنامه کشاورزی نشان می‌دهد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸). شایان ذکر است که سطح زیر کشت سویا در سالیان اخیر کاهش یافته است.

جدول ۱- مقایسه سطح زیر کشت، تولید و عملکرد در استان مازندران نسبت به ایران.

	سطح زیر کشت		تولید		عملکرد	
	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی
مازندران	۳۱۶۸	۷۷۲	۴۳۹۴	۲۳۹۴	۶۷۸۸	۳۱۰۱
ایران	۵۳۶۳	۳۴۹۶۴	۶۹۱۰	۷۶۳۹۳	۸۳۳۰۳	۲۱۸۵

### معرفی دستاورد یا راهکار

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق استان مازندران بود که مناطق غربی آن دارای اقلیم بسیار مرطوب، نواحی مرکزی آن مرطوب، نواحی شرقی آن مدیترانه‌ای و نواحی کوهستانی آن نیمه مرطوب می‌باشد. در این تحقیق محاسبه نیاز آبی سویا در شهرهای مختلف استان مازندران مدنظر بود. برای این منظور بانک اطلاعاتی

جامعی از شرایط اقلیمی و گیاه در استان مازندران تهیه شد. نیاز آبی سویا نیز به روش دومرحله‌ای فائو محاسبه شد. لذا میانگین ۱۰ ساله داده‌های اقلیمی ۱۱ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک استان جمع‌آوری شد. سپس تبخیر- تعرق مرجع (ETO) در موقعیت ایستگاه‌ها به روش فائو-پنمن-مانتیت و با استفاده از نرم‌افزار کراپوات ۸ محاسبه شد.

داده‌های گیاهی موردنیاز شامل تاریخ کشت، دوره رشد، تاریخ برداشت، طول دوره‌های فنولوژی و مقدار ضریب گیاهی (Kc) به‌طور مجزا برای هر دوره رشد بود. برای تاریخ کشت و برداشت و ضریب گیاهی از نظر کشاورزان و کارشناسان محلی و نیز اطلاعات کتاب‌مرجع "برآورد آب موردنیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور" (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶) و نشریه فائو ۵۶ (آلن و همکاران، ۱۹۹۰) استفاده شد (جدول ۲). با استفاده از مقادیر محاسبه شده ETO و داده‌های گیاهی، مقادیر نیاز آبی گیاه به تفکیک در تمامی ایستگاه‌ها در بازه‌های زمانی ۱۰ روزه محاسبه گردید.

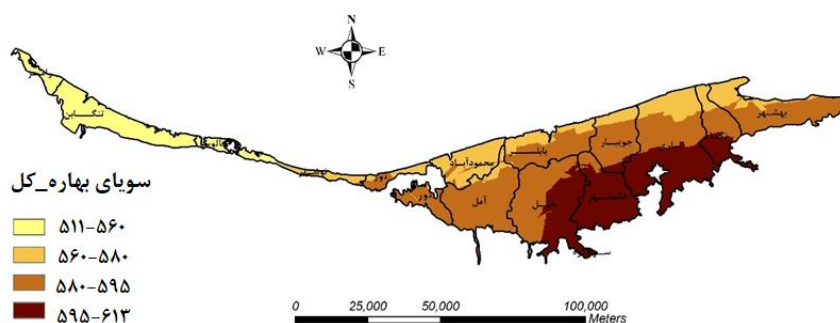
جدول ۱- دوره رشد سویا در استان مازندران.

محصول	تاریخ کشت	تاریخ برداشت	دوره رشد
سویای بهاره	۱۰ اردیبهشت	۲۰ مهر	۱۶۵ روز
سویای تابستانه	۱ تیر	۲۰ آبان	۱۴۰ روز

محاسبات انجام شده برای نیاز آبی سویا برای دو حالت کشت اول و دوم بدست آمد که مقادیر آن در جدول ۳ و ۴ و شکل‌های ۱ و ۲ (با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS) ارائه شد. نتایج نشان داد که از نظر مکانی میزان نیاز آبی سویا از غرب به شرق استان افزایش می‌یابد. دلیل آن نزدیک‌تر بودن کوه به دریا در بخش غربی استان نسبت به بخش شرقی استان است که موجب افزایش رطوبت هوا و کاهش تبخیر خواهی اتمسفر است که موجب کاهش نیاز آبی گیاه می‌شود. بیشترین میزان نیاز آبی سویای بهاره را ایستگاه ساری و دشت ناز برای شهرهای ساری و نکا به مقدار ۵۶۸۹ و ۵۶۷۷ مترمکعب در هکتار داشتند. کمترین مقدار را نیز ایستگاه رام‌سر به میزان ۴۴۷۱ مترمکعب در هکتار دارا بود.

جدول ۳- مقدار نیاز آبی خالص سویای بهاره در دهه‌های مختلف کشت در شهرهای مختلف استان مازندران (مترمکعب در هکتار).

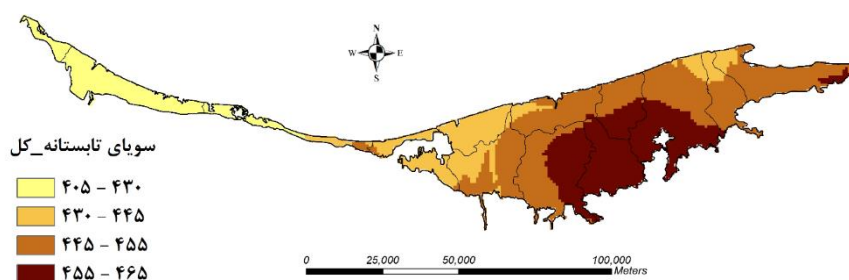
نام ایستگاه	آلاشت	آمل	بابلسر	پل سفید	دشت ناز	رامسر	ساری	سیاه بیشه	قراخیل قائمشه	کیاسر	نوشهر
اردبیهشت_دهه دوم	۱۴۱	۱۴۰	۱۲۳	۱۴۹	۱۵۲	۱۰۷	۱۵۵	۱۴۵	۱۵۰	۱۶۱	۱۱۷
اردبیهشت_دهه سوم	۱۴۱	۱۴۰	۱۲۳	۱۴۹	۱۵۲	۱۰۷	۱۵۵	۱۴۵	۱۵۰	۱۶۱	۱۱۷
خرداد_دهه اول	۱۷۱	۱۸۱	۱۶۹	۱۸۶	۲۰۰	۱۴۷	۲۰۰	۱۸۳	۱۹۵	۱۹۷	۱۵۹
خرداد_دهه دوم	۲۱۰	۲۲۲	۲۰۸	۲۲۸	۲۴۶	۱۸۰	۲۴۶	۲۲۵	۲۴۰	۲۴۳	۱۹۵
خرداد_دهه سوم	۲۷۵	۲۹۰	۲۷۱	۲۹۸	۳۲۱	۲۳۵	۳۲۱	۲۹۴	۳۱۳	۳۱۷	۲۵۵
تیر_دهه اول	۳۴۳	۳۹۸	۳۸۲	۳۸۶	۴۲۶	۳۳۷	۴۲۴	۳۷۳	۴۱۹	۴۰۲	۳۵۵
تیر_دهه دوم	۳۸۷	۴۴۹	۴۳۱	۴۳۵	۴۸۰	۳۸۰	۴۷۸	۴۲۱	۴۷۲	۴۵۴	۴۰۰
تیر_دهه سوم	۴۰۱	۴۶۶	۴۴۷	۴۵۲	۴۹۸	۳۹۴	۴۹۶	۴۳۷	۴۹۰	۴۷۱	۴۱۵
مرداد_دهه اول	۳۹۵	۴۸۰	۴۴۷	۴۵۱	۴۹۳	۴۰۴	۴۹۸	۴۲۵	۴۹۵	۴۶۷	۴۱۷
مرداد_دهه دوم	۳۹۵	۴۸۰	۴۴۷	۴۵۱	۴۹۳	۴۰۴	۴۹۸	۴۲۵	۴۹۵	۴۶۷	۴۱۷
مرداد_دهه سوم	۳۹۵	۴۸۰	۴۴۷	۴۵۱	۴۹۳	۴۰۴	۴۹۸	۴۲۵	۴۹۵	۴۶۷	۴۱۷
شهریور_دهه اول	۳۵۲	۴۱۸	۳۸۵	۳۹۱	۴۳۱	۳۴۵	۴۳۲	۳۶۷	۴۲۸	۴۱۱	۳۵۸
شهریور_دهه دوم	۳۴۶	۴۱۰	۳۷۸	۳۸۴	۴۲۳	۳۳۹	۴۲۴	۳۶۰	۴۲۰	۴۰۳	۳۵۲
شهریور_دهه سوم	۳۱۷	۳۷۶	۳۴۷	۳۵۲	۳۸۸	۳۱۱	۳۸۸	۳۳۰	۳۸۵	۳۷۰	۳۲۲
مهر_دهه اول	۲۱۳	۲۵۱	۲۳۴	۲۳۱	۲۵۹	۲۰۴	۲۵۸	۲۱۵	۲۵۵	۲۴۳	۲۱۶
مهر_دهه دوم	۱۸۱	۲۱۳	۱۹۸	۱۹۶	۲۲۰	۱۷۳	۲۱۹	۱۸۳	۲۱۶	۲۰۷	۱۸۴
مجموع	۴۶۶۱	۵۲۹۳	۵۰۳۶	۵۱۸۹	۵۶۷۷	۴۴۷۱	۵۶۸۹	۴۹۵۴	۵۶۲۰	۵۴۳۸	۴۶۹۷



شکل ۱- پهنه‌بندی کل نیاز آبی سویا کشت بهاره در یک دوره رشد در محدوده اراضی کشاورزی دشت مازندران (میلی‌متر).

جدول ۲- مقدار نیاز آبی سویا (کشت دوم) در دهه‌های مختلف در شهرهای مختلف استان مازندران (مترمکعب در هکتار).

نوشهر	کیاسر	قراخیل قائم‌شهر	سیاه بیشه	ساری	رامسر	ناز	پل سفید	دشت	بابلسر	آمل	آلاشت	
۱۷۰	۱۹۳	۲۰۱	۱۷۹	۲۰۳	۱۶۱	۲۰۴	۱۸۵	۱۸۳	۱۹۱	۱۶۴	تیر_دهه اول	
۱۷۰	۱۹۳	۲۰۱	۱۷۹	۲۰۳	۱۶۱	۲۰۴	۱۸۵	۱۸۳	۱۹۱	۱۶۴	تیر_دهه دوم	
۲۰۴	۲۳۱	۲۴۱	۲۱۴	۲۴۴	۱۹۴	۲۴۴	۲۲۲	۲۱۹	۲۲۹	۱۹۷	تیر_دهه سوم	
۲۷۷	۳۱۰	۳۲۸	۲۸۲	۳۳۰	۲۶۸	۳۲۷	۲۹۹	۲۹۶	۳۱۹	۲۶۲	مرداد_دهه اول	
۳۴۹	۳۹۰	۴۱۴	۳۵۶	۴۱۶	۳۳۸	۴۱۲	۳۷۷	۳۷۴	۴۰۱	۳۳۰	مرداد_دهه دوم	
۴۰۲	۴۵۰	۴۷۷	۴۱۰	۴۸۰	۳۸۹	۴۷۵	۴۳۵	۴۳۰	۴۶۳	۳۸۰	مرداد_دهه سوم	
۳۵۸	۴۱۱	۴۲۸	۳۶۷	۴۳۲	۳۴۵	۴۳۱	۳۹۱	۳۸۵	۴۱۸	۳۵۲	شهر_بور_دهه اول	
۳۵۸	۴۱۱	۴۲۸	۳۶۷	۴۳۲	۳۴۵	۴۳۱	۳۹۱	۳۸۵	۴۱۸	۳۵۲	شهر_بور_دهه دوم	
۳۵۸	۴۱۱	۴۲۸	۳۶۷	۴۳۲	۳۴۵	۴۳۱	۳۹۱	۳۸۵	۴۱۸	۳۵۲	شهر_بور_دهه	
۲۷۷	۳۱۱	۳۲۶	۲۷۵	۳۳۰	۲۶۱	۳۳۱	۲۹۶	۲۹۹	۳۲۲	۲۷۳	مهر_دهه اول	
۲۷۷	۳۱۱	۳۲۶	۲۷۵	۳۳۰	۲۶۱	۳۳۱	۲۹۶	۲۹۹	۳۲۲	۲۷۳	مهر_دهه دوم	
۲۶۲	۲۹۴	۳۰۵	۲۶۰	۳۱۲	۲۴۷	۳۱۳	۲۸۰	۲۸۳	۳۰۴	۲۵۸	مهر_دهه سوم	
۱۶۳	۱۶۸	۱۸۴	۱۴۷	۱۸۸	۱۵۲	۱۸۸	۱۶۷	۱۷۱	۱۸۷	۱۵۳	آبان_دهه اول	
۱۳۲	۱۳۷	۱۵۰	۱۲۰	۱۵۳	۱۲۳	۱۵۳	۱۳۶	۱۳۹	۱۵۲	۱۲۴	آبان_دهه دوم	
۳۷۵۷	۴۲۲۰	۴۴۳۹	۳۷۹۷	۴۴۸۵	۳۵۹۱	۴۴۷۷	۴۰۵۰	۴۰۳۰	۴۳۲۰	۳۶۳۴	مجموع	



شکل ۲- پهنه‌بندی کل نیاز آبی سویا کشت تابستانه در یک دوره رشد در محدوده اراضی کشاورزی دشت مازندران (میلی‌متر).

بیشترین میزان نیاز آبی سویای تابستانه را نیز ایستگاه ساری و دشت ناز برای شهرهای ساری و نکا به مقدار ۴۴۸۵ و ۴۴۷۷ مترمکعب در هکتار داشتند. کمترین مقدار را نیز ایستگاه رام سر به میزان ۳۵۹۱ مترمکعب در هکتار دارا بود. از نظر زمانی نیز بیشترین میزان نیاز آبی سویا بهاره در ماه مرداد و سویای تابستانه در ماه شهریور رخ داد. این زمانها مطابق با رشد حداکثری گیاه است که در این صورت ضریب گیاهی سویا بیشینه مقدار خود را خواهد داشت. همچنین میزان تبخیر تعرق مرجع به دلیل بالا بودن دمای هوا در این زمانها بیشینه است. این دلایل موجب می‌گردد نیاز آبی سویا در این زمانها بیشینه گردد.

همچنین نتایج نشان داد که میزان نیاز آبی محاسبه شده سویا در این تحقیق با مقادیر ارائه شده در سند ملی (نرم افزار NETWAT) و کتاب مرجع اختلاف داشته است (جدول ۵). قیاس این نتایج با نتایج ایستگاههای مورد مطالعه در سند ملی نشان می‌دهد که نیاز آبی محاسبه شده سویا در این تحقیق برای این ایستگاهها ۳۲ الی ۵۹ درصد بیشتر از نتایج سند ملی می‌باشد. از جمله دلایل این امر، تاریخ کشت و طول دوره رشد متفاوت در سند ملی نسبت به این تحقیق و نیز تغییر در مقادیر ETO محاسبه شده در این تحقیق نسبت به مقادیر سند ملی می‌باشد. در سند ملی برای ایستگاههای قائمشهر-جویبار، دشت ناز و نکا-بهبهشهر دوره رشد ۱۴۵ روز از ۲۰ فروردین تا ۱۰ شهریور و برای ایستگاههای تالار-سیاهرود، تجن و نکارود دوره رشد ۱۳۴ روز از ۱۰ اردیبهشت تا ۲۰ شهریور در نظر گرفته شده است. در حالی که با توجه به تحقیقات میدانی و نظر کارشناسان و کشاورزان محلی و با التفات به نوع رقم مورد کشت در استان، میزان دوره رشد سویا در منطقه ۱۶۵ روز می‌باشد. لذا کمتر بودن طول دوره رشد در سند ملی منجر به کمتر شدن مقدار نیاز آبی محاسباتی آن گردید. همچنین مقادیر ETO در این تحقیق با داده‌های هواشناسی جدیدتر محاسبه شده است. با توجه به تغییر پارامترهای اقلیمی در سالهای اخیر نسبت به سالهایی که محاسبات نیاز آبی و کتاب مرجع برای آن سالها انجام شده است، میزان ETO و در نتیجه نیاز آبی در این تحقیق با نتایج سند ملی تفاوت یافته است. شایان ذکر است که در سند ملی، نیاز آبی محصولات برای دشت‌های مختلف بدست آمده است. لذا برای ارزیابی نتایج سند ملی با نتایج این تحقیق، مقادیر نیاز آبی دشت‌های دشت ناز، قائم شهر-جویبار (قائم شهر)، تجن، نکارود و آمل به ترتیب با مقادیر نیاز آبی ایستگاههای دشت ناز، قراخیل قائمشهر، ساری، دشت ناز و آمل مقایسه شده‌اند.

همچنین قیاس نتایج این تحقیق با نتایج ایستگاههای مورد مطالعه در کتاب مرجع "برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور" نشان می‌دهد که نیاز آبی محاسبه شده در این تحقیق ۵ تا ۱۸ درصد کمتر می‌باشد (جدول ۵). نتایج بدست آمده در این تحقیق اختلاف کمتری را با نتایج کتاب مرجع نسبت به نتایج سند ملی دارند که دلیل آن این است که تاریخ کشت و طول دوره رشد در کتاب مرجع با این تحقیق برابر است. این اختلاف موجود نیز به دلیل تغییر در پارامترهای هواشناسی و در نتیجه تغییر در مقادیر ETO می‌باشد. در مجموع این تحقیق نشان داد که منابع موجود در رابطه با مقادیر نیاز آبی گیاهان، نیاز به بازنگری و به‌روزرسانی دارند.

جدول ۳- مقایسه نیاز آبی برآورد شده سویای کشت اول در این تحقیق با نتایج سند ملی (نرم افزار NETWAT) و کتاب مرجع (میلی‌متر در سال).

ایستگاه	سند ملی	کتاب مرجع	محاسبه شده در این تحقیق		
			مقدار محاسبه شده	اختلاف با سند ملی	اختلاف با کتاب مرجع
دشت ناز	۴۲۸	۶۰۰	۵۶۸	+۳۳	-۵
قائم‌شهر-جوبیار (قائم‌شهر)	۴۱۹	۶۸۴	۵۶۲	+۳۴	-۱۸
تجن	۴۰۳	--	۵۶۸	+۴۱	--
نکارود	۳۵۸	--	۵۶۷	+۵۹	--
آمل	--	۶۱۶	۵۳۹	--	-۱۳

شایان ذکر است که در برخی موارد کشاورزان با توجه به شرایط اقلیمی و میزان بارش، برنامه آبیاری سویای کشت اول را بر اساس آبیاری تکمیلی انجام می‌دهند. اکبری نودهی (۱۳۹۱) در تحقیقی در یکی از شهرهای این استان (نکا) بیان کرد که مهم‌ترین زمان آبیاری برای سویا، مراحل گلدهی و پر شدن دانه است. برای این منظور بهترین زمان برای انجام آبیاری تکمیلی برای سویای بهاره در مرحله گلدهی دهه دوم تیر به مقدار ۳۸۰ تا ۴۸۰ و در مرحله پر شدن دانه دهه اول مرداد به مقدار ۴۰۴ تا ۴۹۸ مترمکعب در هکتار می‌باشد.

نیاز آبی محاسبه شده در این تحقیق برای دوره‌های ۱۰ روزه در طول فصل رشد بدست آمده است که باعث می‌شود کشاورزان به راحتی بتوانند دور آبیاری خود را با مقادیر محاسبه شده، مطابقت داده و آبیاری را بر اساس نیاز آبی گیاه انجام دهند. این امر می‌تواند از تنش خشکی و در نتیجه کاهش عملکرد یا م صرف مازاد آب و در نتیجه کاهش بهره‌وری آب جلوگیری نمود. از آنجایی که مقادیر نیاز آبی این تحقیق با داده‌های جدیدتر بدست آمد، نتایج این تحقیق در برنامه‌ریزی آبیاری سویا پیشنهاد می‌شود.

### توصیه ترویجی

در این تحقیق نیاز آبی سویا در دهه‌های مختلف رشد در شهرهای مختلف استان مازندران و برای کشت بهاره و تابستانه برآورد شده است. کشاورزان می‌توانند جهت آبیاری مزارع سویا خود در شهرهای مختلف استان از این داده‌ها استفاده نمایند. مقدار نیاز آبی سویا بهاره در استان مازندران از ۴۴۷۰ تا ۵۶۹۰ و برای سویا تابستانه ۳۵۹۰ تا ۴۴۸۵ مترمکعب در هکتار می‌باشد. توجه شود که این مقادیر، نیاز آبی خالص می‌باشد. به عبارتی دیگر مقادیر بدست آمده مقادیری است که باید در اختیار گیاه قرار گیرد و اگر برای آبیاری از یک سیستم آبیاری استفاده می‌شود، باید راندمان آبیاری آن سیستم لحاظ گردد. این بدان معنی است که اگر نیاز آبیاری در منطقه‌ای ۳۰۰ مترمکعب در هکتار باشد و از سیستم آبیاری بارانی استفاده شود که راندمان آن ۷۰٪



باشد، میزان آبی که باید توسط این سیستم استفاده شود ۴۲۸ مترمکعب در هکتار می‌باشد. همچنین اگر بارشی در طول دوره رشد گیاه اتفاق افتد، میزان بارش موثر باید از این مقدار کسر گردد. از طرفی دیگر اگر با توجه به شرایط اقلیمی کشاورزان ترجیح دادند که آبیاری سویا بهاره را به صورت تکمیلی صورت گیرد، بهترین و پربازده‌ترین زمان‌ها جهت آبیاری مراحل گلدهی و دانه دهی است که در صورت کشت در ۱۰ اردیبهشت به ترتیب در دهه دوم تیر و دهه اول مرداد اتفاق می‌افتد و نیاز آبی برای این دهه‌ها نیز به ترتیب ۳۸۰ تا ۴۸۰ و ۴۰۴ تا ۴۹۸ مترمکعب در هکتار می‌باشد.

### منابع

- احمدی، ک.، عبادزاده، ح. ر.، حاتمی، ف.، عبدشاه، ه. و کاظمیان، آ. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶. جلد اول: محصولات زراعی، انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۸۷ ص.
- اکبری نودهی، د. ۱۳۹۱. تعیین بهترین مدل پیش‌بینی عملکرد محصول سویا در مازندران. مجله دانش زراعت، ۵(۸): ۱-۱۴.
- سرایی تبریزی، م.، پارس‌نژاد، م.، لیاقت، ع. و بابازاده، ح. ۱۳۹۱. تعیین نیاز آبی و ضرایب گیاهی سویا در مراحل مختلف رشد. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). ۹۷: ۱۱۲-۱۲۱.
- فرشی، ع. ا.، شریعتی، م. ر.، جاراللهی، ر.، قائمی، م. ر.، شهابی‌فر، م. و تولائی، م. ۱۳۷۶. برآورد آب موردنیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. جلد اول (گیاهان زراعی). انتشارات نشر آموزش کشاورزی، چاپ نخست.
- قلی‌زاده، ح.، عبادزاده، ح. ر.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر.، محیطی، ض.، فضلی‌استبرق، م.، رضایی، م.، عرب، ح.، کاظمی‌فرد، ر.، فضلی، ب.، عبدشاه، ه.، سفیدی، ه.، رفیعی، م. و کاظمیان، آ. ۱۳۹۳. آمارنامه محصولات زراعی (سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱)، انتشارات وزارت جهاد کشاورزی.
- کیانی، ع. ر. ۱۳۹۸. تعیین آب موردنیاز چند گیاه دانه روغنی در استان گلاستان. مجله ترویجی گیاهان دانه روغنی. ۱(۲): ۹۴-۱۰۴.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. 1990. Crop evapotranspiration. Irrigation and Drainage Paper No.56. F.A.O. Rome. Italy.

Doorenbos, J., Kassam, A. H., 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33, FAO, Rome, Italy, 193 pp.

Palmer, J, Dunphy, E. J. and Reese, P. 1995. Managing drought-stressed soybeans in the

southeast. <http://www.ces.ncsu.edu/drought/dro-24.html>.

Vieira, R. D., Tekrony, D. M. and Egli, D. B. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed germination and vigor. *Crop Sci.*, 32:471-475.

Siovnit, N., and Kramer, P. J. 1977. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. *Agronomy journal*, 69:274-277.