



تعیین مقدار آب مورد نیاز آبیاری ذرت در استان مازندران

محمد اسماعیل 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 نیاز آبی و نیاز آبیاری ذرت در استان مازندران به روش دو مرحله‌ای فائو محاسبه گردید. برای این منظور تبخیر- تعرق مرجع به روش فائو-پنمن-مانتیث و با استفاده از داده‌های هواشناسی محاسبه شد و از حاصل ضرب آن در ضریب گیاهی، مقدار نیاز آبی ذرت برای دو حالت برداشت شامل ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای و نیز در دو شرایط کشت بهاره و تابستانه و در بازه‌های زمانی ۱۰ روزه محاسبه گردید. نتایج نشان داد که از نظر زمانی بیشترین میزان نیاز آبی در کشت بهاره در تیر ماه و در کشت تابستانه در شهریور ماه اتفاق می‌افتد. از نظر مکانی نیز ایستگاه‌های ساری و دشت ناز بیشترین میزان نیاز آبی ذرت را در حالت کشت بهاره و تابستانه داشته‌اند. به طوری که در کشت بهاره میزان نیاز ناخالص آبی ذرت دانه‌ای در این ایستگاه‌ها ۴۶۲۲ و ۴۶۰۷ و برای ذرت علوفه‌ای ۳۲۰۵ و ۳۲۰۴ مترمکعب در هکتار بوده است. در کشت تابستانه نیز بیشترین میزان نیاز ناخالص آبی ذرت دانه‌ای در این ایستگاه‌ها ۴۰۰۲ و ۳۹۹۵ و برای ذرت علوفه‌ای ۳۱۵۰ و ۳۱۴۲ مترمکعب در هکتار بوده است. کمترین میزان نیاز ناخالص آبی ذرت را نیز ایستگاه رامسر داشته است. نتایج بدست آمده با مقادیر ارائه شده در سند ملی و کتاب مرجع مقایسه شد که بیانگر اختلاف قابل ملاحظه‌ای بودند. سپس با استفاده از داده‌های بارش، میزان نیاز خالص آبی ذرت بدست آمد. همچنین با توجه به مقادیر راندمان آبیاری، میزان نیاز آبیاری برای ذرت علوفه‌ای و دانه‌ای و در دو حالت کشت بهاره و تابستانه به دست آمد.

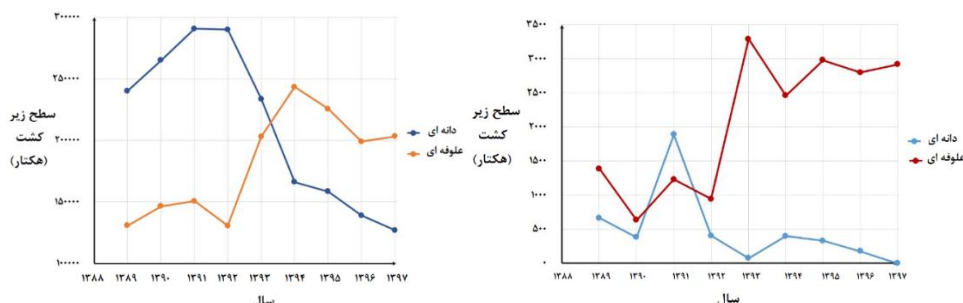
واژه‌های کلیدی: ذرت، نیاز آبی، تبخیر-تعرق مرجع، ضریب گیاهی، گلدهی

*نویسنده مسوول: kamalipasha@yahoo.com

بیان مسئله

نیاز آبی گیاهان عامل اصلی در تدوین برنامه آبیاری است و برآورد دقیق آن یکی از مولفه‌های اساسی در زراعت می‌باشد. نیاز آبی گیاه به دو روش مستقیم و غیرمستقیم قابل تعیین می‌باشد. در روش مستقیم با استفاده از لایسیمتر میزان آب ورودی و خروجی به لایسیمتر اندازه‌گیری شده و با استفاده از معادله بیلان آب، میزان نیاز آبی محصول اندازه‌گیری می‌شود. این روش نیازمند کشت محصول بوده و هزینه‌بر و زمان‌بر می‌باشد. در روش غیرمستقیم، میزان نیاز آبی با توجه به شرایط اقلیمی منطقه مورد بررسی و ویژگی‌های گیاه بدست می‌آید (آلن و همکاران، ۱۹۹۰). در این روش ابتدا میزان تبخیر-تعرق مرجع محاسبه می‌شود و سپس از حاصل ضرب آن در مقدار ضریب گیاهی، میزان نیاز آبی محاسبه می‌شود. اساس آبیاری، تأمین آب مورد نیاز مزارع متناسب با نیاز آبی گیاه است. این در حالی است که بسیاری از کشاورزان تحویل آب را بدون در نظر گرفتن نیاز آبی گیاه، در زمان نامناسب و با مقادیر ناصحیح انجام می‌دهند. در صورت اطلاع از میزان نیاز آبی و انجام آبیاری با توجه به میزان نیاز آبی، می‌توان شرایط را به گونه‌ای فراهم کرد تا ضمن توزیع مناسب آب، حداکثر بهره‌وری نیز حاصل گردد. این امر ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب، به کنترل حاصلخیزی خاک نیز کمک شایانی خواهد نمود.

ذرت یکی از غلات مهم و پرمحصول در تغذیه انسان‌ها و حیوانات بوده و از مهم‌ترین گیاهان تأمین‌کننده انرژی و پروتئین برای انسان می‌باشد. در دنیا و در بین غلات، ذرت بعد از گندم از لحاظ سطح زیر کشت مقام دوم را دارا است (سطح زیر کشت بیش از ۱۹۳ میلیون هکتار) ولی از نظر کل تولید مقام اول را به خود اختصاص داده است (بیش از ۱/۱۴ میلیارد تن) (آمارنامه فائو، ۲۰۱۸). ذرت برای تکمیل چرخه زندگی و تولید محصول به آب نیاز دارد و در پاره‌ای از مراحل رشد مانند گلدهی و پرشدن دانه که معمولاً با ماه‌های گرم سال مصادف است، نیاز این گیاه به آب شدت می‌یابد. میزان نیاز آبی و دور آبیاری تحت تأثیر شرایط اقلیم، خاک و گیاه دارد. سطح زیر کشت ذرت در ایران و مازندران در ۱۰ سال اخیر در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشتر تولید ذرت در استان مازندران برای تولید علوفه می‌باشد و غالب کشت آن در نیمه شرقی استان است (آمارنامه کشاورزی مازندران، ۱۳۹۷). با این حال این استان سالانه با کمبود بیش از ۵۰۰ هزار تن علوفه مواجه است (ایرنا، ۱۳۹۶). عمده‌ترین نیاز استان در بخش علوفه نیز ذرت علوفه‌ای است. اصلی‌ترین موضوع در کشت ذرت، تأمین آب موردنیاز گیاه می‌باشد. لذا می‌توان با برنامه‌ریزی صحیح در جهت برآورد و تأمین نیاز آبی این محصول، هم در جهت افزایش سطح زیر کشت و هم افزایش تولید و عملکرد گام‌های مؤثری برداشت.



شکل ۱- سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای در استان مازندران (راست) و ایران (چپ)

معرفی دستاورد یا راهکار

در این تحقیق نیاز آبی ذرت در شهرهای مختلف استان مازندران محاسبه گردید. برای این منظور از روش فائو ۵۶ استفاده شد (آلن و همکاران، ۱۹۹۰) که نیاز آبی معادل تبخیر-تعرق گیاه در نظر گرفته شد. لذا ابتدا تبخیر-تعرق مرجع با استفاده از داده‌های هواشناسی و به روش فائو-پنمن-مانتیت برآورد شد و سپس با لحاظ ضریب گیاهی مناسب برای هر دوره رشد، میزان نیاز آبی برآورد گردید. بر اساس طبقه‌بندی دومارتن مناطق غربی استان مازندران دارای اقلیم بسیار مرطوب، نواحی مرکزی آن مرطوب، نواحی شرقی آن مدیترانه‌ای و نواحی کوهستانی آن نیمه مرطوب می‌باشد (داوودی و همکاران، ۱۳۹۲). برای این منظور از ۱۰ سال داده‌های هواشناسی روزانه (۱۳۸۰-۱۳۹۰) از ۱۱ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک استفاده شد و از آنها میانگین‌گیری شد. همچنین داده‌های گیاهی شامل تاریخ کشت، طول دوره رشد مراحل مختلف فیزیولوژیکی گیاه، تاریخ برداشت (جدول ۱) و مقدار ضریب گیاهی ذرت (Kc) در مراحل مختلف رشد تهیه شد. برای تاریخ کشت، برداشت، طول مراحل فیزیولوژیکی و ضریب گیاهی از نظر کشاورزان و کارشناسان محلی و نیز اطلاعات کتاب مرجع "برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور" (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶) و نشریه فائو ۵۶ (آلن و همکاران، ۱۹۹۰) استفاده شد که با یک بازه تغییرات ده روزه در کل استان می‌باشد.

جدول ۱- تاریخ کاشت، برداشت و طول دوره‌های مختلف فیزیولوژیک رشد ذرت در استان مازندران

محصول	اولویت کشت	تاریخ کشت	برداشت‌دوره	رشد طول دوره	دوره اولیه طول دوره	توسعه طول دوره	دوره میانی طول دوره	دوره انتهایی
ذرت (دانه‌ای)	بهاره	۱ اردیبهشت	۳۱ مرداد	۱۲۴	۲۰	۳۰	۴۰	۳۰
ذرت (علوفه‌ای)	بهاره	۱ اردیبهشت	۳۱ تیر	۹۳	۲۰	۳۰	۴۰	۰
ذرت (دانه‌ای)	تابستانه	۱۰ تیر	۱۰ آبان	۱۲۳	۲۰	۳۰	۴۰	۳۰
ذرت (علوفه‌ای)	تابستانه	۱۰ تیر	۱۰ مهر	۹۳	۲۰	۳۰	۴۰	۰

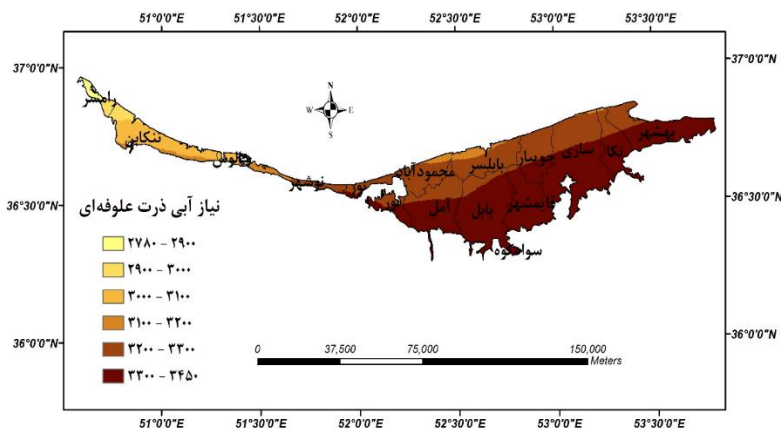
جدول ۲- مقدار نیاز ناخالص آبی ذرت (کشت بهاره) در دهه‌های مختلف (مترمکعب در هکتار)

نام ایستگاه	آلاشت	آمل	بابلسر	پل سفید	دشت ناز	رامسر	ساری	سیاه‌بیشه	قائم‌شهر	کیاسر	نوشهر
دهه اول اردیبهشت	۱۵۶	۱۵۵	۱۳۶	۱۶۵	۱۶۹	۱۱۹	۱۷۱	۱۶۱	۱۶۷	۱۷۸	۱۲۹
دهه دوم اردیبهشت	۱۵۶	۱۵۵	۱۳۶	۱۶۵	۱۶۹	۱۱۹	۱۷۱	۱۶۱	۱۶۷	۱۷۸	۱۲۹
دهه سوم اردیبهشت	۱۸۴	۱۸۳	۱۶۰	۱۹۴	۱۹۹	۱۴۰	۲۰۲	۱۸۹	۱۹۷	۲۱۰	۱۵۲
دهه اول خرداد	۲۷۴	۲۸۹	۲۷۱	۲۹۷	۳۲۱	۲۳۵	۳۲۰	۲۹۴	۳۱۳	۳۱۶	۲۵۴
دهه دوم خرداد	۳۳۸	۳۵۷	۳۳۵	۳۶۷	۳۹۶	۲۹۰	۳۹۵	۳۶۲	۳۸۶	۳۹۰	۳۱۴
دهه سوم خرداد	۳۸۸	۴۱۰	۳۸۴	۴۲۱	۴۵۴	۳۳۲	۴۵۴	۴۱۶	۴۴۳	۴۴۸	۳۶۰
دهه اول تیر	۴۰۱	۴۶۵	۴۴۶	۴۵۱	۴۹۷	۳۹۴	۴۹۶	۴۳۶	۴۹۰	۴۷۰	۴۱۵
دهه دوم تیر	۴۰۱	۴۶۵	۴۴۶	۴۵۱	۴۹۷	۳۹۴	۴۹۶	۴۳۶	۴۹۰	۴۷۰	۴۱۵
دهه سوم تیر	۴۰۱	۴۶۵	۴۴۶	۴۵۱	۴۹۷	۳۹۴	۴۹۶	۴۳۶	۴۹۰	۴۷۰	۴۱۵
دهه اول مرداد	۳۹۰	۴۷۵	۴۴۲	۴۴۶	۴۸۸	۴۰۰	۴۹۳	۴۲۱	۴۹۰	۴۶۲	۴۱۳
دهه دوم مرداد	۳۷۳	۴۵۳	۴۲۲	۴۲۶	۴۶۶	۳۸۲	۴۷۰	۴۰۲	۴۶۷	۴۴۱	۳۹۴
دهه سوم مرداد	۳۵۸	۴۳۶	۴۰۶	۴۱۰	۴۴۸	۳۶۷	۴۵۲	۳۸۶	۴۴۹	۴۲۴	۳۷۹
مجموع (ذرت دانه‌ای)	۳۸۲۶	۴۳۱۴	۴۰۳۷	۴۲۵۰	۴۶۰۷	۳۵۷۰	۴۶۲۲	۴۱۰۵	۴۵۵۳	۴۴۶۳	۳۷۷۴
مجموع (ذرت علوفه‌ای)*	۲۷۰۳	۲۹۴۸	۲۷۶۶	۲۹۶۶	۳۲۰۴	۲۴۲۰	۳۲۰۵	۲۸۹۵	۳۱۴۵	۳۱۳۵	۲۵۸۷

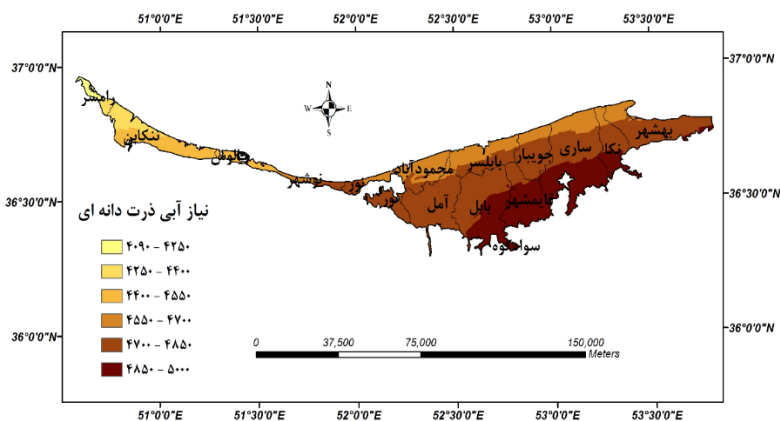
* نیاز آبی ذرت علوفه‌ای تا دهه سوم تیر می‌باشد.

جهت محاسبه نیاز آبی ذرت از روش دو مرحله‌ای فائو استفاده شد. برای این منظور ابتدا تبخیر-تعرق مرجع (ET_0) به روش فائو-پنمن-مانتیت و با استفاده از نرم‌افزار کراپوات محاسبه شد. سپس با استفاده از مقادیر محاسبه‌شده ET_0 و داده‌های گیاهی، مقادیر نیاز ناخالص آبی (ET_c) به تفکیک در تمامی ایستگاه‌های هواشناسی و در بازه‌های زمانی ۱۰ روزه محاسبه گردید. این محاسبات برای ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای و در دو حالت کشت بهاره و تابستانه بدست آمد که مقادیر آن در جدول‌های ۲ و ۳ و شکل‌های ۲ و ۳ (با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS) ارائه شد. نتایج نشان داد که از نظر زمانی بیشترین میزان نیاز آبی در کشت بهاره در تیر ماه و در کشت تابستانه در شهریور ماه اتفاق می‌افتد که ناشی از تغییرات تبخیر-تعرق مرجع و ضریب گیاهی می‌باشد. از نظر مکانی نیز ایستگاه‌های ساری و دشت ناز بیشترین میزان نیاز آبی ذرت را چه در حالت کشت بهاره و چه در حالت کشت تابستانه هم برای ذرت دانه‌ای و هم علوفه‌ای داشته‌اند به‌طوری‌که در کشت بهاره میزان نیاز آبی ذرت دانه‌ای در این ایستگاه‌ها ۴۶۲۲ و ۴۶۰۷ و برای ذرت علوفه‌ای ۳۲۰۵ و ۳۲۰۴ مترمکعب در هکتار بوده است. در کشت تابستانه نیز بیشترین میزان نیاز آبی ذرت دانه‌ای در این ایستگاه‌ها، ۳۹۶۵ و ۳۹۵۸ و برای ذرت علوفه‌ای ۳۱۱۸ و ۳۱۰۹ مترمکعب در هکتار بوده است. کمترین میزان نیاز آبی ذرت را نیز ایستگاه رامسر هم برای ذرت دانه‌ای و هم علوفه‌ای داشته است که در کشت بهاره مقدار آن برای ذرت دانه‌ای ۳۵۷۰ و برای ذرت علوفه‌ای ۲۴۲۰ مترمکعب در هکتار بوده است. در کشت تابستانه نیز مقدار آن برای ذرت دانه‌ای ۳۱۷۲ و برای ذرت علوفه‌ای ۲۵۰۰ مترمکعب در هکتار بوده است. مقایسه میزان نیاز آبی در شهرهای مختلف

استان نشان می‌دهد که میزان نیاز آبی ذرت از غرب به شرق استان افزایش می‌یابد که این روند ناشی از روند تغییرات تبخیر-تعرق مرجع است. دلیل آن نیز باریک‌تر بودن کرانه غربی جلگه مازندران نسبت به بخش شرقی آن است که این نزدیک‌تر بودن کوه به دریا موجب افزایش رطوبت هوا و کاهش پتانسیل تبخیرکنندگی اتمسفر و در نتیجه کاهش میزان تبخیر-تعرق و نیاز آبی گیاه می‌شود.



شکل ۲- نقشه نیاز آبی ذرت علوفه‌ای بهاره در اراضی کشاورزی استان مازندران (مترمکعب در هکتار)



شکل ۳- نقشه نیاز آبی ذرت دانه‌ای بهاره در اراضی کشاورزی استان مازندران (مترمکعب در هکتار)

جدول ۳- مقدار نیاز ناخالص آبی ذرت (کشت تابستانه) در دهه‌های مختلف (مترمکعب در هکتار)

نام ایستگاه	آلاشت	آمل	بابلسر	پل سفید	دشت ناز	رامسر	ساری	سیاه‌بیشه	قائم‌شهر	کیاسر	نوشهر
دهه دوم تیر	۱۸۳	۲۱۲	۲۰۳	۲۰۵	۲۲۶	۱۷۹	۲۲۶	۱۹۹	۲۲۳	۲۱۴	۱۸۹
دهه سوم تیر	۱۸۳	۲۱۲	۲۰۳	۲۰۵	۲۲۶	۱۷۹	۲۲۶	۱۹۹	۲۲۳	۲۱۴	۱۸۹
دهه اول مرداد	۲۱۲	۲۵۷	۲۴۰	۲۴۲	۲۶۵	۲۱۷	۲۶۷	۲۲۸	۲۶۵	۲۵۰	۲۲۴
دهه دوم مرداد	۲۷۶	۳۳۶	۳۱۳	۳۱۶	۳۴۵	۲۸۳	۳۴۹	۲۹۸	۳۴۶	۳۲۷	۲۹۲
دهه سوم مرداد	۳۴۱	۴۱۵	۳۸۶	۳۹۰	۴۲۶	۳۴۹	۴۳۰	۳۶۷	۴۲۷	۴۰۳	۳۶۰
دهه اول شهریور	۳۴۹	۴۱۴	۳۸۲	۳۸۷	۴۲۷	۳۴۲	۴۲۸	۳۶۳	۴۲۴	۴۰۷	۳۵۵
دهه دوم شهریور	۳۵۲	۴۱۸	۳۸۵	۳۹۱	۴۳۱	۳۴۵	۴۳۲	۳۶۷	۴۲۸	۴۱۱	۳۵۸
دهه سوم شهریور	۳۵۲	۴۱۸	۳۸۵	۳۹۱	۴۳۱	۳۴۵	۴۳۲	۳۶۷	۴۲۸	۴۱۱	۳۵۸
دهه اول مهر	۲۷۳	۳۲۲	۲۹۹	۲۹۶	۳۳۱	۲۶۱	۳۳۰	۲۷۵	۳۲۶	۳۱۱	۲۷۷
دهه دوم مهر	۲۷۰	۳۱۹	۲۹۶	۲۹۳	۳۲۸	۲۵۹	۳۲۷	۲۷۳	۳۲۳	۳۰۸	۲۷۴
دهه سوم مهر	۲۵۸	۳۰۴	۲۸۳	۲۸۰	۳۱۳	۲۴۷	۳۱۲	۲۶۰	۳۰۸	۲۹۴	۲۶۲
دهه اول آبان	۱۶۸	۲۰۵	۱۸۸	۱۸۴	۲۰۶	۱۶۷	۲۰۷	۱۶۲	۲۰۳	۱۸۵	۱۷۹
مجموع (ذرت دانه‌ای)	۳۲۱۵	۳۸۳۰	۳۵۶۱	۳۵۷۹	۳۹۵۸	۳۱۷۲	۳۹۶۵	۳۳۵۷	۳۹۲۴	۳۷۳۵	۳۳۱۷
مجموع (ذرت علوفه‌ای)*	۲۵۱۹	۳۰۰۲	۲۷۹۵	۲۸۲۳	۳۱۰۹	۲۵۰۰	۳۱۱۸	۲۶۶۲	۳۰۹۱	۲۹۴۸	۲۶۰۲

*نیاز آبی ذرت علوفه‌ای تا دهه سوم تیر می‌باشد.

از طرفی دیگر در جدول ۴ نتایج بدست آمده در این تحقیق با مقادیر ارائه‌شده در سند ملی در نرم‌افزار Netwat (بی‌نام، ۱۳۷۸) و کتاب مرجع (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶) مقایسه شدند. مقادیر نیاز آبی ذرت در استان مازندران در سند ملی و کتاب مرجع فقط برای کشت بهاره و فقط برای ایستگاه دشت ناز ارائه‌شده است که در سند ملی برای ذرت دانه‌ای و در کتاب مرجع برای ذرت علوفه‌ای ارائه شد. نتایج نشان داد که نیاز آبی محاسبه‌شده ذرت علوفه‌ای در این تحقیق برای این ایستگاه ۴۵/۸ درصد کمتر از کتاب مرجع می‌باشد. یکی از دلایل اصلی اختلاف آن است که نیاز آبی برآورد شده در کتاب مرجع، برای دوره کشت ۱۴۴ روزه محاسبه شده است. در صورتی که ذرت علوفه‌ای کشت‌شده در منطقه موردنظر دارای دوره کشت تقریباً ۹۰ روزه می‌باشد. همچنین مقایسه نتایج این تحقیق با نتایج ایستگاه دشت ناز مورد مطالعه در سند ملی نشان می‌دهد که نیاز آبی محاسبه‌شده ذرت دانه‌ای در این تحقیق برای این ایستگاه ۷۱/۹ درصد بیشتر می‌باشد. یکی از دلایل اختلاف آن است که علاوه بر دوره رشد متفاوت، تاریخ کشت در سند ملی نیز متفاوت در نظر گرفته شده است. در سند ملی دوره رشد ذرت دانه‌ای ۱۰۳ روزه از ۱ خرداد تا ۱۰ شهریور در نظر گرفته شده است در حالی که با توجه به تحقیقات میدانی و نظر کارشناسان و کشاورزان محلی، دوره رشد ذرت دانه‌ای در منطقه تقریباً ۱۲۰ روزه است. همچنین تاریخ عمومی کشت در کشت بهاره اوایل اردیبهشت ماه می‌باشد. همچنین در این تحقیق نیاز آبی با استفاده از داده‌های هواشناسی جدیدتری محاسبه شده است که می‌تواند یکی دیگر از دلایل اختلاف نتایج این

تحقیق با مقادیر کتاب مرجع و سند ملی باشد. در این زمینه در تحقیق قیصری و همکاران (۱۳۸۵) نیاز آبی ذرت علوفه‌ای در یک دوره ۹۰ روزه را ۶۹۵ میلی‌متر بدست آوردند. بافکار و همکاران (۱۳۹۲) نیز نیاز آبی ذرت در کرمانشاه را ۷۴۳ میلی‌متر بدست آوردند. در تحقیق در دشت لوبین ساوه میزان نیاز آبی ذرت با استفاده از داده‌های بلندمدت هواشناسی، به میزان ۶۳۱۰ مترمکعب در هکتار بدست آمده است (خزایی و همکاران، ۱۳۹۲). در تحقیق میزان نیاز آبی ذرت در خوزستان با استفاده از لایسیمتر بدست آمد که میزان آن ۵۳۷ میلی‌متر بود (بلدی و همکاران، ۱۳۹۶). این نتایج نشان می‌دهد که میزان نیاز آبی برآورد شده در استان مازندران کمتر از مقادیر برآورد شده در استان‌های گرم و خشک است. دلیل آن هم اقلیم مرطوب این استان است که موجب کاهش پتانسیل تبخیرکنندگی اتمسفر و در نتیجه کاهش میزان تبخیر-تعرق ذرت می‌شود.

جدول ۴- مقایسه نیاز آبی فصل رشد ذرت بهاره در ایستگاه دشت ناز با نتایج سند ملی Netwat (میلی‌متر)

ایستگاه	مقدار در سند ملی	مقدار در کتاب مرجع	محاسبه شده در این تحقیق	
			مقدار محاسبه شده (میلی‌متر)	اختلاف با سند ملی (درصد)
ذرت علوفه‌ای	--	۵۹۱/۲	۳۲۰/۳	-۴۵/۸
ذرت دانه‌ای	۲۶۸	--	۴۶۰/۷	+۷۱/۹

شایان ذکر است که در برخی موارد کشاورزان با توجه به شرایط اقلیمی و میزان بارش، برنامه آبیاری را بر اساس آبیاری تکمیلی انجام می‌دهند. مهم‌ترین زمان آبیاری در این نوع برنامه‌ها، مرحله گلدهی و نزدیک به آن است که برای گیاه ذرت بهاره بهترین زمان برای آبیاری تکمیلی دهه سوم خرداد و به مقدار ۳۳۲ تا ۴۵۴ مترمکعب در هکتار در شهرهای مختلف استان مازندران می‌باشد. برای کشت تابستانه نیز بهترین زمان دهه اول شهریور است و مقدار آن به میزان ۳۴۵ تا ۴۳۱ مترمکعب در هکتار در شهرهای مختلف استان تغییر می‌کند.

قابل ذکر است که در صورت وقوع بارش بخشی از نیاز آبی (نیاز ناخالص آبی) ذرت می‌تواند به وسیله بارش تامین شود. برای این منظور مقدار میانگین بلند مدت بارش در هر دهه محاسبه شد. سپس مقدار بارش موثر با استفاده از فرمول سرویس حفاظت خاک آمریکا (USDA) برآورد شد و با استفاده از آن مقدار نیاز خالص آبی ذرت به وسیله فرمول ۱ محاسبه شد. نتایج مقادیر نیاز خالص آبی ذرت در حالت کشت بهاره و کشت تابستانه در جدول‌های ۵ و ۶ ارائه شده است.

جدول ۵- مقدار نیاز خالص آبی ذرت (کشت بهاره) در دهه‌های مختلف کشت (مترمکعب در هکتار)

نام ایستگاه	آلاشت	آمل	بابلسر	پل سفید	دشت ناز	رامسر	ساری	سیاه‌بیشه	قائم‌شهر	کیاسر	نوشهر
دهه اول اردیبهشت	۴۵	۶۸	۶۵	۴۹	۶۶	۰	۴۱	۰	۵۶	۷۰	۰
دهه دوم اردیبهشت	۴۵	۶۸	۶۵	۴۹	۶۶	۰	۴۱	۰	۵۶	۷۰	۰
دهه سوم اردیبهشت	۷۴	۹۶	۹۰	۷۹	۹۶	۰	۷۲	۱۶	۸۶	۱۰۳	۰
دهه اول خرداد	۱۷۰	۲۳۴	۲۱۰	۱۹۴	۲۷۲	۷۱	۲۳۷	۲۳۴	۲۳۵	۲۷۱	۱۲۶
دهه دوم خرداد	۲۳۴	۳۰۲	۲۷۴	۲۶۳	۳۴۷	۱۲۶	۳۱۲	۳۰۳	۳۰۸	۳۴۵	۱۸۵
دهه سوم خرداد	۲۸۴	۳۵۴	۳۲۳	۳۱۸	۴۰۶	۱۶۹	۳۷۰	۳۵۶	۳۶۵	۴۰۳	۲۳۱
دهه اول تیر	۲۶۷	۳۸۷	۳۵۴	۳۴۳	۴۲۹	۲۶۰	۴۰۹	۳۴۸	۳۷۴	۴۰۷	۲۷۳
دهه دوم تیر	۲۶۷	۳۸۷	۳۵۴	۳۴۳	۴۲۹	۲۶۰	۴۰۹	۳۴۸	۳۷۴	۴۰۷	۲۷۳
دهه سوم تیر	۲۶۷	۳۸۷	۳۵۴	۳۴۳	۴۲۹	۲۶۰	۴۰۹	۳۴۸	۳۷۴	۴۰۷	۲۷۳
دهه اول مرداد	۲۸۰	۴۱۸	۳۹۷	۳۶۴	۴۲۷	۲۴۱	۴۰۵	۳۶۹	۳۷۶	۴۱۲	۲۶۶
دهه دوم مرداد	۲۶۲	۳۹۶	۳۷۶	۳۴۳	۴۰۵	۲۲۳	۳۸۲	۳۵۰	۳۵۳	۳۹۱	۲۴۷
دهه سوم مرداد	۲۴۸	۳۷۹	۳۶۰	۳۲۷	۳۸۷	۲۰۸	۳۶۴	۳۳۵	۳۳۵	۳۷۴	۲۳۲
مجموع (ذرت دانه‌ای)	۲۴۴۳	۳۴۷۵	۲۹۲۳	۳۰۱۴	۳۷۵۹	۱۷۲۳	۳۴۵۱	۲۹۸۰	۳۲۹۱	۳۶۵۹	۲۰۵۴
مجموع (ذرت علوفه‌ای)*	۱۶۵۳	۲۲۸۲	۲۰۹۰	۱۹۸۰	۲۵۴۱	۱۰۵۱	۲۳۰۱	۱۹۲۶	۲۲۲۷	۲۴۸۳	۱۳۰۹

*نیاز آبی ذرت علوفه‌ای تا دهه سوم تیر می‌باشد.

جدول ۶- مقدار نیاز خالص آبی ذرت (کشت تابستانه) در دهه‌های مختلف کشت (مترمکعب در هکتار)

نام ایستگاه	آلاشت	آمل	بابلسر	پل سفید	دشت ناز	رامسر	ساری	سیاه‌بیشه	قائم‌شهر	کیاسر	نوشهر
دهه دوم تیر	۴۸	۱۳۳	۱۱۰	۹۶	۱۵۸	۴۵	۱۳۸	۱۰۹	۱۰۶	۱۵۰	۴۷
دهه سوم تیر	۴۸	۱۳۳	۱۱۰	۹۶	۱۵۸	۴۵	۱۳۸	۱۰۹	۱۰۶	۱۵۰	۴۷
دهه اول مرداد	۱۰۱	۲۰۰	۹۴	۱۵۹	۲۰۳	۵۷	۱۷۸	۱۷۶	۱۵۱	۲۰۰	۷۷
دهه دوم مرداد	۱۶۶	۲۷۸	۱۶۷	۲۳۳	۲۸۳	۱۲۳	۲۶۰	۲۴۶	۲۳۲	۲۷۶	۱۴۵
دهه سوم مرداد	۲۳۰	۳۵۷	۲۴۰	۳۰۷	۳۶۴	۱۹۰	۳۴۱	۳۱۵	۳۱۳	۳۵۲	۲۱۳
دهه اول شهریور	۲۰۹	۲۴۸	۱۲۹	۲۴۲	۳۰۱	۰	۲۴۵	۲۸۶	۲۰۳	۳۰۲	۰
دهه دوم شهریور	۲۱۳	۲۵۲	۱۳۲	۲۴۵	۳۰۵	۰	۲۴۹	۲۹۰	۲۰۷	۳۰۵	۰
دهه سوم شهریور	۲۱۳	۲۵۲	۱۳۲	۲۴۵	۳۰۵	۰	۲۴۹	۲۹۰	۲۰۷	۳۰۵	۰
دهه اول مهر	۱۹۴	۷۸	۰	۱۶۸	۱۱۲	۰	۷۰	۲۰۵	۵۸	۱۸۱	۰
دهه دوم مهر	۱۹۲	۷۵	۰	۱۶۵	۱۰۹	۰	۶۷	۲۰۳	۵۵	۱۷۸	۰
دهه سوم مهر	۱۷۹	۶۰	۰	۱۵۲	۹۴	۰	۵۲	۱۹۰	۴۱	۱۶۴	۰
دهه اول آبان	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
مجموع (ذرت دانه‌ای)	۱۷۹۴	۲۰۶۴	۱۱۱۴	۲۱۰۷	۲۳۹۲	۴۶۰	۱۹۸۹	۲۴۱۹	۱۶۸۰	۲۵۶۳	۵۲۷
مجموع (ذرت علوفه‌ای)*	۱۴۲۲	۱۹۲۹	۱۱۱۴	۱۷۹۱	۲۱۸۸	۴۶۰	۱۸۶۹	۲۰۲۶	۱۵۸۴	۲۲۲۱	۵۲۷

*نیاز آبی ذرت علوفه‌ای تا دهه سوم تیر می‌باشد.

همانطور که در جدول‌های ۵ و ۶ ملاحظه می‌گردد، بیشترین نیاز خالص آبی ذرت بهاره در ایستگاه دشت ناز مشاهده می‌شود که برای ذرت دانه‌ای ۳۷۵۹ و برای ذرت علوفه‌ای ۲۵۴۱ متر مکعب در هکتار است. برای کشت تابستانه نیز کیاسر بیشترین نیاز خالص آبی را داراست که برای ذرت دانه‌ای ۲۵۶۳ و برای ذرت علوفه‌ای ۲۲۲۱ متر مکعب در هکتار می‌باشد. کمترین مقدار نیز در هر دو حالت در ایستگاه رامسر رخ می‌دهد که نشان می‌دهد نیاز خالص آبی ذرت در قسمت غربی استان کمتر از قسمت شرقی است. همچنین از آنجایی که مقدار بارش در برخی از دهه‌ها از مقدار نیاز ناخالص آبی بیشتر است، مقدار نیاز خالص آبی در آن دهه‌ها صفر می‌باشد.

شایان ذکر است که مقادیر بدست آمده در این تحقیق نیاز آبی است و برای انجام آبیاری باید نیاز آبیاری را بدست آورد که با توجه به راندمان آبیاری و با استفاده از فرمول ۲ و ۳ بدست می‌آید.

$$\text{نیاز ناخالص آبی} = \frac{\text{نیاز خالص آبی}}{\text{راندمان آبیاری}} \quad (۲)$$

$$\text{نیاز خالص آبی} = \frac{\text{نیاز خالص آبی}}{\text{راندمان آبیاری}} \quad (۳)$$

آبیاری ذرت در استان مازندران عموماً به صورت بارانی انجام می‌شود. لذا با لحاظ راندمان آبیاری ۷۰ درصد برای آن، نیاز آبیاری بدست می‌آید.

توصیه ترویجی

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در استان مازندران مقدار کل نیاز آبی ناخالص ذرت دانه‌ای بهاره ۳۵۷۰ تا ۴۶۲۲، ذرت علوفه‌ای بهاره ۲۴۲۰ تا ۳۲۰۵، ذرت دانه‌ای تابستانه ۳۲۰۲ تا ۴۰۰۲ و ذرت علوفه‌ای تابستانه ۲۵۲۶ تا ۳۱۵۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد. جهت سهولت بهره‌برداری از نتایج، مقدار این نیاز آبی در دوره‌های ۱۰ روزه برای تمامی ایستگاه‌ها ارائه شده است. همچنین اگر با توجه به شرایط اقلیمی، کشاورزان ترجیح دهند که آبیاری ذرت به صورت تکمیلی صورت گیرد، بهترین و پربازده‌ترین زمان جهت آبیاری مرحله گلدهی است که برای گیاه ذرت بهاره بهترین زمان برای آبیاری تکمیلی (با توجه به تاریخ کشت مذکور در این تحقیق)، دهه سوم خرداد و به مقدار ۳۳۲ تا ۴۵۴ مترمکعب در هکتار در شهرهای مختلف استان مازندران می‌باشد. برای کشت تابستانه نیز بهترین زمان دهه اول شهریور است و مقدار آن به میزان ۳۴۵ تا ۴۳۱ مترمکعب در هکتار در شهرهای مختلف استان تغییر می‌کند. توجه شود که این مقادیر، نیاز ناخالص آبی می‌باشد و در صورت وقوع بارندگی، میزان بارش باید از این مقدار کاسته شود. از این جهت نیاز خالص آبی ذرت نیز بدست آمده است. از آنجایی که احتمال وقوع بارش در یک دهه مشخص نیست و ضریب تغییرات آن در یک دهه زیاد می‌باشد، عموماً نیاز ناخالص آبی مورد استفاده کشاورزان و نیاز خالص آبی مورد توجه مدیران حوزه آب در کشاورزی

می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که مقدار کل نیاز آبی خالص ذرت دانه‌ای بهاره ۱۷۲۳ تا ۳۷۵۹، ذرت علوفه‌ای بهاره ۱۰۵۱ تا ۲۵۴۱، ذرت دانه‌ای تابستانه ۴۶۰ تا ۲۵۶۳ و ذرت علوفه‌ای تابستانه ۴۶۰ تا ۲۲۲۱ متر مکعب در هکتار می‌باشد. از طرفی دیگر میزان آب آبیاری باید با توجه به روش آبیاری باشد. به عبارتی دیگر راندمان آبیاری نیز باید در نظر گرفته شود. از آنجایی که در استان مازندران آبیاری ذرت عموماً با استفاده از چاه‌های مزرعه و به صورت بارانی انجام می‌شود، لذا فقط راندمان کاربرد آبیاری برای آنها لحاظ می‌گردد که میزان راندمان اسمی آبیاری برای آبیاری بارانی ۷۰ درصد است و با لحاظ آن مقادیر نیاز ناخالص و خالص آبیاری ذرت برای کشت بهاره و تابستانه بدست می‌آید که میزان نیاز ناخالص آبیاری که مورد استفاده کشاورزان است، برای ذرت دانه‌ای بهاره، ۵۱۰۰ تا ۶۶۰۳، ذرت علوفه‌ای بهاره ۳۴۵۷ تا ۴۵۷۹، ذرت دانه‌ای تابستانه ۴۵۳۱ تا ۵۶۶۴ و ذرت علوفه‌ای تابستانه ۳۵۷۱ تا ۴۴۵۴ متر مکعب در هکتار می‌باشد. توجه شود که یکی از دلایل اصلی متفاوت بودن مقادیر نیاز آبی در این تحقیق با سند ملی و کتاب مرجع، طول دوره رشدهای متفاوت و زمان کاشت و برداشت متفاوت می‌باشد. لذا علاوه بر منطقه مورد کاشت، توجه به نوع رقم مورد استفاده و زمان کاشت و برداشت در تعیین نیاز آبی بسیار حائز اهمیت است.

منابع

- آمارنامه فائو (۲۰۱۸). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۶ مازندران (۱۳۹۷). انتشارات سازمان جهاد کشاورزی مازندران.
- ایرنا، خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران، (۱۳۹۶). <https://www.irna.ir/news/82736546>.
- بافکار، ع.، فرهادی، ب. و کری، می، ع. (۱۳۹۲). برآورد ضریب گیاهی ذرت دانه‌ای با استفاده از خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه (مطالعه موردی: ماهیدشت کرمانشاه). نشریه آب‌و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۷، شماره ۴. ص ۸۳۸-۸۳۲.
- بلدی، ی.، ایزدپناه، ز.، گلابی، م. و الباجی، م. (۱۳۹۶). بررسی توزیع مکانی و زمانی نیاز آبی گیاه ذرت با استفاده از روش‌های ژئواستاتستیک در استان خوزستان. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال ۷، شماره ۲۸. ۱۳۷-۱۲۳.
- بی‌نام. ۱۳۷۸. سند ملی آب کشور (ایران)، نیاز آبی گیاهان، الگوی کشت، راندمان آبیاری، وزارت جهاد کشاورزی. خزایی، ا.، ذاکری نیا، م.، دهقانی سانجی، ح.، هزار جریبی، ا. و حسام، م. (۱۳۹۲). کاربرد دستگاه های بر خط هواشناسی در مزرعه در محاسبه نیاز آبی به هنگام ذرت و تأثیر آن بر افزایش کارایی مصرف آب در منطقه ساوه. مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد ۲۰، شماره ۲.
- داوودی، م.، بای، ن. و ابراهیمی، ا. (۱۳۹۲). طبقه بندی اقلیمی استان مازندران بر اساس روش لیتین اسکي. فصلنامه اطلاعات جغرافیایی (سپهر). دوره ۲۲، شماره ۸۸. ص ۱۰۵-۱۰۰.

فرشی، ع. ا.، شریعتی، م. ر.، جاراللهی، ر.، قائمی، م. ر.، شهابی فر، م. و تولائی، م. م. (داوودی). برآورد آب موردنیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. جلد اول (گیاهان زراعی). انتشارات نشر آموزش کشاورزی. قیصری، م.، میرلطیفی، س. م.، همایی، م. و اسدی، م. ا. (۱۳۸۵). تعیین نیاز آبی ذرت علوفه‌ای و ضریب گیاهی آن در مراحل مختلف رشد. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۷، شماره ۲۶. ص ۱۴۲-۱۲۵.

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