

## برآورد نیاز آبی محصولات کشاورزی در استان خوزستان

کاظم حمادی<sup>۱</sup>، فاطمه ذاکری حسینی\*<sup>۲</sup>، سید محسن حسین زاده ساداتی<sup>۳</sup> و سروش الهدین<sup>۴</sup>

(۱) دکترای هیدرولوژی و منابع آب سازمان آب و برق خوزستان.

(۲) دکترای رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی سازمان آب و برق خوزستان.

(۳) کارشناس ارشد RS و GIS سازمان آب و برق خوزستان.

(۴) دانشجوی دکترای عمران- آب، سازمان آب و برق خوزستان.

\*نویسنده مسئول: zakerfatemeh@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۸/۰۴

### چکیده

یکی از گام‌های مؤثر در استفاده از منابع آب، برآورد صحیح مقدار آب مورد نیاز گیاهان می‌باشد، عدم برآورد صحیح این مقدار منجر به هدر رفت آب و عدم دستیابی به پتانسیل عملکرد مطلوب، کاهش پتانسیل تولید، تخریب منابع خاک با آبیاری زیاد و یا عدم آبخوبی کافی و شور شدن خاک‌ها در اثر آبیاری کمتر از حد لزوم خواهد شد که این امر نهایتاً توسعه پایدار کشاورزی را به مخاطره خواهد انداخت. این مقاله با به‌کارگیری اطلاعات بیش از ۴۰ ایستگاه، هواشناسی، تبخیرسنجی و سینوپتیک به محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع، بارندگی مؤثر، نیاز آبی گیاهان گندم، ذرت، نیشکر، هندوانه و گوجه پرداخته است و با اعمال راندمان‌های مختلف نیز نیاز آبی ناخالص محاسبه شد. از آنجایی که محاسبات به صورت نقطه ای و ایستگاهی انجام گرفته است؛ این یافته‌ها با استفاده از تکنیک‌های زمین آماری در محیط GIS در سطح استان خوزستان گسترش یافت. در نهایت نشان داده شد که بهبود مصرف در راندمان‌های پایین باعث کاهش نیاز آبی بیشتر نسبت به راندمان‌های بالاتر می‌شود و لذا مدیریت مصرف در گام‌های اولیه بازدهی بیش‌تری دارد.

واژه‌های کلیدی: نیاز آبی، خوزستان، زمین‌آمار، GIS و مدیریت مصرف.

## مقدمه

استان خوزستان با دارا بودن امکانات آب و هوایی مناسب، داشتن اراضی وسیع قابل کشت جهت محصولات مختلف زراعی و باغی و از همه مهم‌تر حضور ۵ رودخانه دائمی در چهار فصل قابلیت کشاورزی را دارد. اما با توجه به محدودیت منابع آب و از سویی افزایش روز افزون نیاز به آن، اهمیت مدیریت مصرف بیش‌تر، آشکار می‌گردد. تولید محصولات غذایی و ارتقاء میزان تولید و بهره‌وری از آب، بدون برآورد صحیح مقدار آب مورد نیاز، زمان آبیاری و بهینه سازی توزیع آب امکان‌پذیر نمی‌باشد. یکی از گام‌های مؤثر در استفاده از منابع آب، برآورد صحیح مقدار آب مورد نیاز گیاهان می‌باشد، زیرا عدم برآورد صحیح این مقدار منجر به هدر رفت آب و عدم دستیابی به پتانسیل عملکرد مطلوب، کاهش پتانسیل تولید، تخریب منابع خاک با آبیاری زیاد و یا عدم آیشویی کافی و شور شدن خاک‌ها در اثر آبیاری کم‌تر از حد لزوم خواهد شد که این امر نهایتاً توسعه پایدار کشاورزی را به مخاطره خواهد انداخت. همچنین عدم برآورد صحیح نیاز آبی باعث کاهش حجم آب تخصیص یافته به اراضی با کشت سنتی و یا اراضی تحت پوشش شبکه‌های آبیاری شده و به تبع آن آب بها و حقابه‌های مربوط به درستی محاسبه نمی‌شود. لذا هدف این بررسی تعیین نیاز آبی خالص گیاهان پر کشت در استان برای مدیریت آبیاری و همچنین بررسی میزان تبخیر و تعرق مرجع در کلیه نواحی استان می‌باشد. تبخیر و تعرق پتانسیل در کلیه بررسی‌های هیدروکلیماتولوژی، محاسبات آبیاری و زهکشی، بیان آب و نیاز آبی گیاهان از اهمیت برخوردار بوده که در تعیین و تخمین میزان آن دما نقش اساسی را ایفا می‌کند. میرزایی تخت‌گاهی و معاضد (۱۳۸۵) روش‌های مختلف برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل را در استان کردستان مورد مقایسه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که روش هارگریوز در مقایسه با پنمن مانیتیس نواقص زیادی دارد و روش بلانی کریدل نیز از تشت تبخیر دقیق تر است. اسمیت و همکاران (۱۹۹۲) ضمن مقایسه ۲۰ روش برای محاسبه تبخیر و تعرق، از روش پنمن مانیتیس به عنوان روش برتر نام برده و متوسط خطای این روش را یک درصد اعلام نموده‌اند. فائو (۱۹۹۸) نیز روش پنمن مانیتیس را به عنوان روش برتر محاسبه نیاز آبی گیاهان معرفی نموده و به تفصیل به ملاحظات برآورد این روش پرداخته است. جامعی (۱۳۸۸) بر اساس سند ملی آب به برآورد نیاز آبیاری و هیدرومدول محصولات کشاورزی در دشت‌های استان خوزستان پرداخت و نیاز آبی ماهانه و سالانه، هیدرومدول و ساعات کارکرد موتور پمپ را برای محصولات کشاورزی و باغی (گندم، نیشکر، نخیلات، مرکبات) محاسبه نمود. حمادی و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی پدیده تغییرات اقلیمی و تاثیر آن بر مصارف آب کشاورزی در جلگه خوزستان نشان دادند سری‌های زمانی دما در مقیاس سالانه و فصلی دارای نوسانات و تغییرات قابل ملاحظه‌ای نسبت به زمان هستند. به این منظور در راستای پژوهش‌های انجام شده، هدف این مقاله برآورد نیاز آبی محصولات کشاورزی در استان خوزستان می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

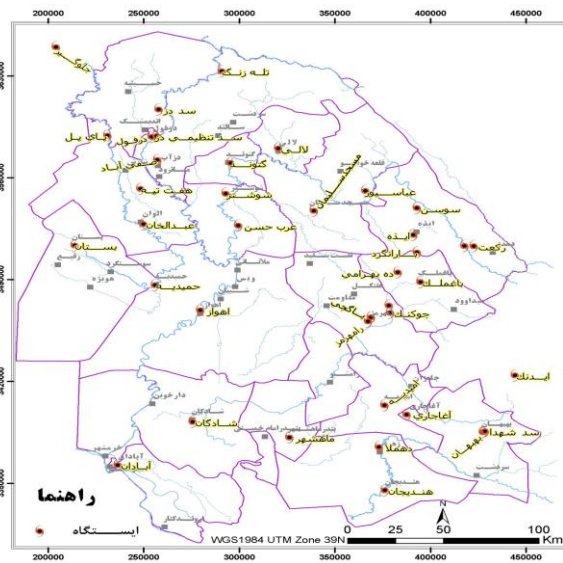
میدان این مطالعه گستره سطح کل استان خوزستان و پاره‌ای از نقاط ایستگاهی مجاور تحت پوشش سازمان آب و برق خوزستان را در بر می‌گیرد. استان خوزستان با مساحت  $۶۳۶۳۳/۶$  کیلومتر مربع، بین  $۴۷$  درجه و  $۴۰$  دقیقه تا  $۵۰$  درجه و  $۳۳$  دقیقه طول شرقی و  $۲۹$  درجه و  $۵۷$  دقیقه تا  $۳۳$  درجه شمالی، در جنوب غربی ایران واقع است. منطقه خوزستان از لحاظ توپوگرافی به دو بخش کوهستان و جلگه تقسیم می‌گردد. متوسط بارندگی سالانه استان حدود  $۴۰۲$  میلی‌متر و دوره بارندگی معمولاً از آبان ماه تا اردیبهشت ماه می‌باشد. متوسط درجه حرارت حدود  $۲۲$  درجه سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی  $۴۹$  درصد است. در مطالعه حاضر از داده‌های اقلیمی  $۴۱$  ایستگاه تبخیر سنجی، سینوپتیک و هواشناسی استفاده گردید. مشخصات و مشخصات عمومی ایستگاه‌ها در جدول ۱ و شکل ۱ ارائه شده است. این بررسی با به‌کارگیری اطلاعات بیش از  $۴۰$  ایستگاه، هواشناسی، تبخیرسنجی و سینوپتیک به محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع، بارندگی موثر، نیاز آبی گیاهان گندم، ذرت، نیشکر، هندوانه و گوجه پرداخته است و با اعمال راندمان‌های مختلف نیز نیاز آبی ناخالص محاسبه شد. از آنجایی که محاسبات به صورت نقطه‌ای و ایستگاهی انجام گرفته است؛ این یافته‌ها با استفاده از تکنیک-های زمین آماری در محیط GIS در سطح استان خوزستان گسترش یافت.

جدول ۱: نام و مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه

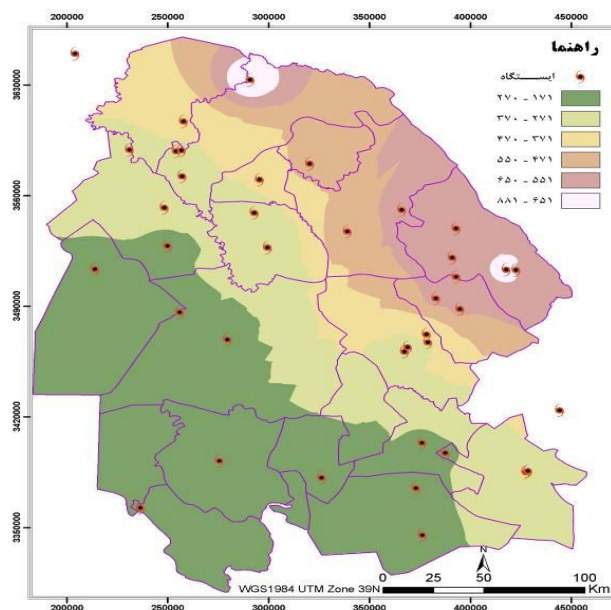
ردیف	نام ایستگاه	مختصات		ردیف	نام ایستگاه	مختصات	
		Y	X			Y	X
۱	آبادان	۲۳۶۴۰۳	۲۴۹۹۶۳	۲۱	عبدالخان	۳۳۶۲۴۷۳	۳۵۲۸۰۷۰
۲	اهواز	۲۷۹۵۸۲	۲۳۱۱۱۴	۲۲	پای پل	۳۴۶۸۸۶۳	۳۵۸۸۹۳۹
۳	عرب حسن	۲۹۹۴۸۹	۲۷۵۶۰۹	۲۳	شادگان	۳۵۲۷۱۶۵	۳۳۹۲۱۲۲
۴	شوستر	۲۹۲۹۳۱	۳۲۶۲۸۲	۲۴	ماهشهر	۳۵۴۹۰۹۰	۳۳۸۱۴۹۳
۵	گتوند	۲۹۵۶۰۴	۳۶۷۴۶۴	۲۵	رامهرمز	۳۵۷۰۱۳۶	۳۴۶۱۲۶۰
۶	لالی	۳۲۰۳۴۹	۳۶۹۰۰۰	۲۶	پاگچی	۳۵۸۰۱۱۱	۳۴۶۴۰۴۰
۷	مسجدسلیمان	۳۳۹۰۲۱	۳۷۸۹۳۷	۲۷	جوکنک	۵۲۷۲۵۳	۳۴۶۷۱۹۲
۸	عباسپور	۳۶۶۰۹۵	۳۷۸۳۳۷	۲۸	رود زردماشین	۳۵۵۰۹۰۷	۳۴۷۲۱۷۴
۹	سوسن	۳۹۲۹۲۸	۲۹۴۸۵۰	۲۹	باغملک	۳۵۳۹۱۴۹	۳۴۸۸۲۵۰
۱۰	ایذه	۳۹۱۱۵۷	۳۸۲۹۷۶	۳۰	ده بهرامی	۳۵۲۰۶۹۱	۳۴۹۴۹۱۲
۱۱	بارانگرد	۳۹۲۸۹۷	۳۷۶۰۷۷	۳۱	امیدیه	۳۵۰۸۶۶۴	۴۳۰۳۵۸۸
۱۲	پل شالو	۴۱۷۹۱۶	۳۸۷۶۳۲	۳۲	آغاجاری	۳۵۱۳۰۵۲	۳۳۹۷۲۱۹
۱۳	رکعت	۴۲۲۶۵۱	۴۲۷۵۳۲	۳۳	بهبهان	۳۵۱۳۰۱۶	۳۳۸۵۰۶۰
۱۴	صفی آباد	۲۵۷۲۰۱	۴۲۸۵۶۰	۳۴	سد شهدا	۳۵۷۲۲۵۲	۳۳۸۵۸۴۶
۱۵	دزفول	۲۵۴۲۵۰	۳۷۳۰۶۷	۳۵	دهملا	۳۵۸۸۱۴۴	۳۳۷۴۸۷۶
۱۶	سد تنظیمی دز	۲۵۶۹۱۴	۳۷۶۲۰۸	۳۶	هندیجان	۳۵۸۸۶۳۲	۳۳۴۵۱۶۶
۱۷	سد دز	۲۵۷۸۷۵	۴۴۴۲۸۲	۳۷	ایدنک	۳۶۰۶۹۲۰	۳۴۲۴۲۰۷
۱۸	تله زنگ	۲۹۰۹۱۹	۲۴۸۲۹۶	۳۸	هفت تپه	۳۶۳۳۱۷۲	۳۵۵۲۲۷۴
۱۹	بستان	۲۱۴۰۸۳	۲۰۴۱۳۸	۳۹	جلوگیر	۳۵۱۳۴۸۵	۳۶۴۹۷۲۴
۲۰	حمیدیه	۲۵۵۹۷۱				۳۴۸۶۲۳۸	

## بحث و نتایج

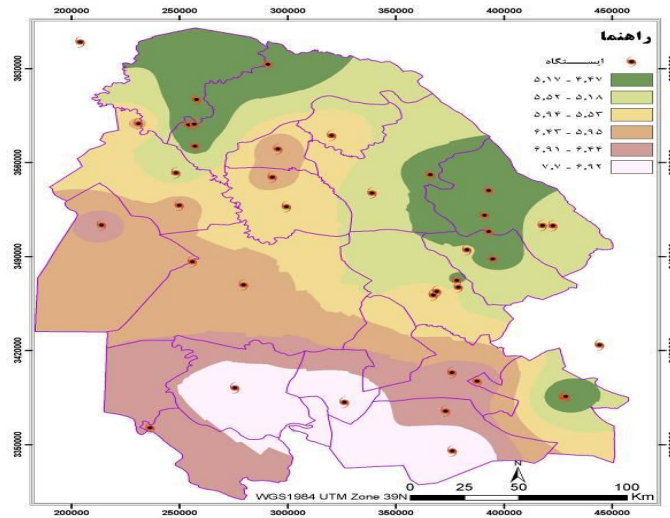
پارامترهای مستقل ذکر شده به نرم افزار Crop Wat معرفی شده و پارامترهای تابع همچون تبخیر و تعرق پتانسیل و نیاز آبی گیاهان محاسبه شد. این محاسبات بر اساس داده های ایستگاهی در ۴۱ نقطه عمدتاً در استان خوزستان و تعدادی در مرزهای آن انجام شد. به منظور تبدیل اطلاعات نقطه ای به سطح (دشتها و شبکه های آبیاری) از تخمین گره های موجود در نرم افزار ArcGIS بهره گرفته شد و نقشه های مربوطه استخراج گردید. بدیهی است با اشاره نمودن به مکان پارامتر مورد نظر در ابعاد سلولی ۳۰ در ۳۰ قابل استخراج هستند. این نقشه ها در شکل ۲ تا شکل ۱۱ نشان داده شده اند.



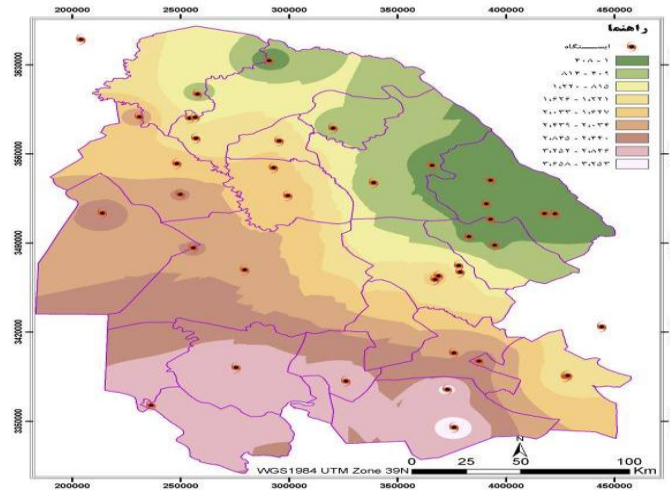
شکل ۱: موقعیت ایستگاه های هواشناسی مورد مطالعه



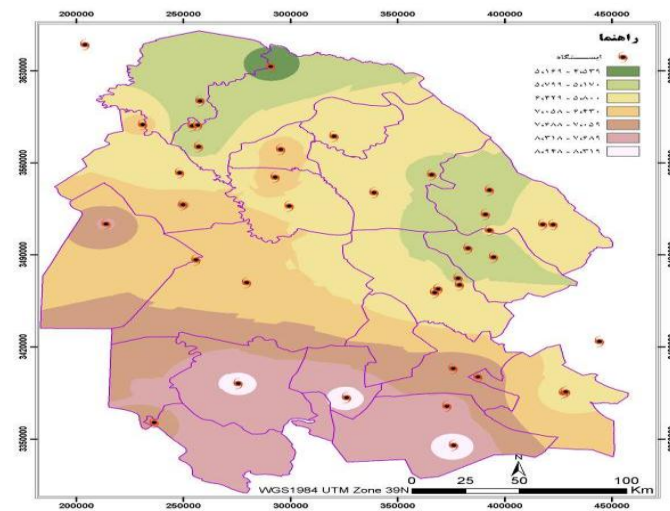
شکل ۲: پراکندگی بارش در استان خوزستان (راهنما: ارقام بر حسب میلی متر)



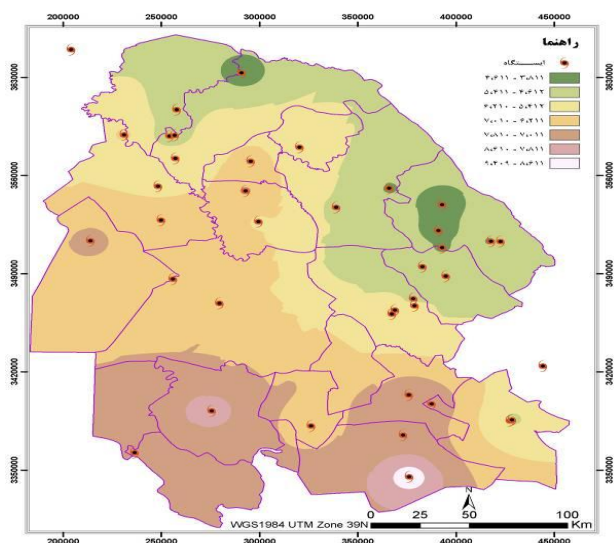
شکل ۳: شدت تبخیر و تعرق سالانه گیاه مرجع در محدوده استان خوزستان (راهنما: ارقام بر حسب میلی‌متر در روز)



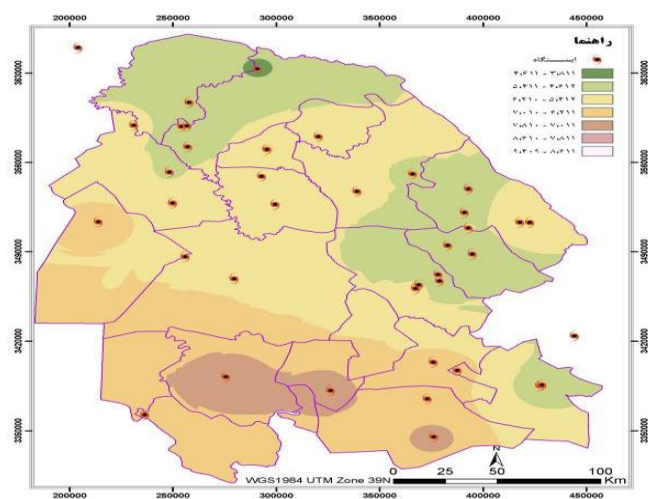
شکل ۴: نیاز آبی خالص محصول گندم پاییزه استان خوزستان (متر مکعب در دوره)



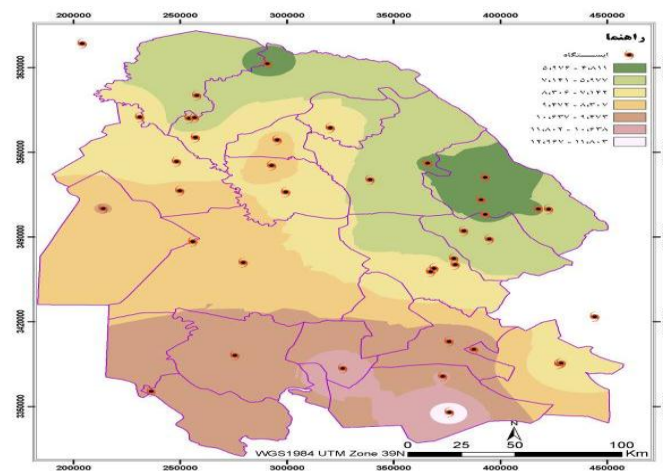
شکل ۵: نیاز آبی خالص محصول ذرت استان خوزستان (متر مکعب در دوره)



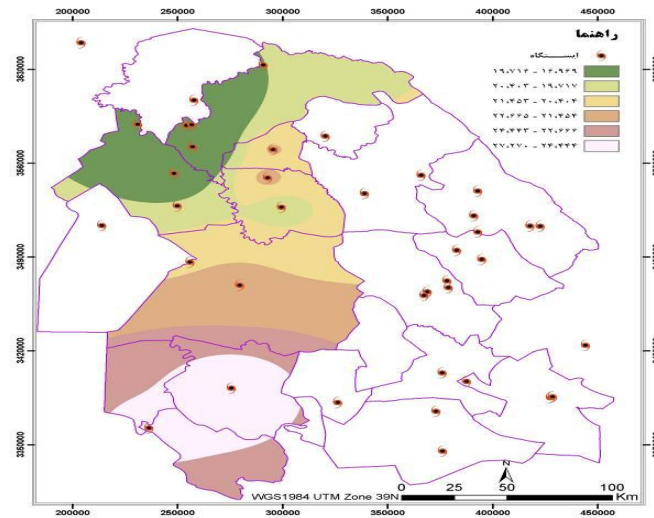
شکل ۶: نیاز آبی خالص محصول هندوانه پاییزه استان خوزستان (متر مکعب در دوره)



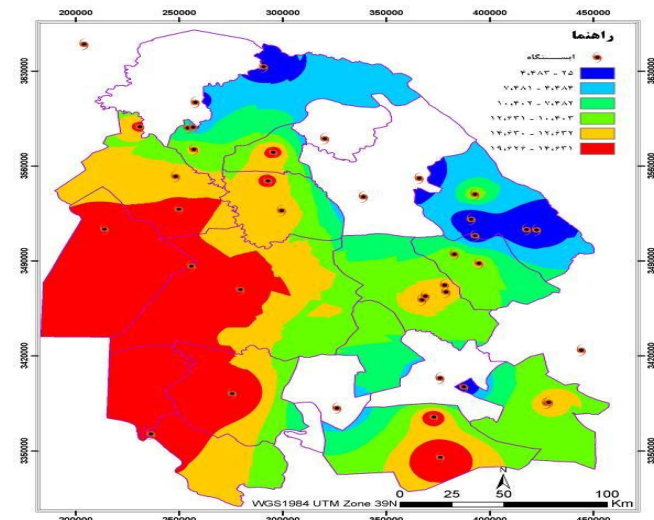
شکل ۷: نیاز آبی خالص محصول هندوانه بهاره استان خوزستان (متر مکعب در دوره)



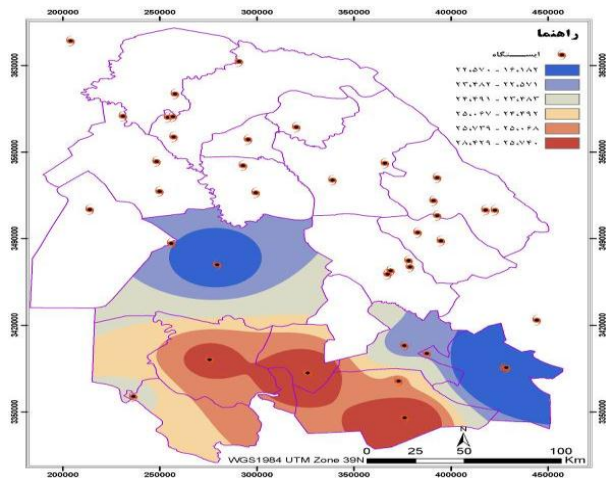
شکل ۸: نیاز آبی خالص محصول گوجه استان خوزستان (متر مکعب در دوره)



شکل ۹: نیاز آبی خالص محصول نیشکر استان خوزستان (متر مکعب در دوره)



شکل ۱۰: نیاز آبی خالص محصول برنج استان خوزستان (متر مکعب در دوره)



شکل ۱۱: نیاز آبی خالص محصول نخل استان خوزستان (متر مکعب در دوره)

## تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت به مطالعه تأثیرپذیری متغیرهای خروجی از متغیرهای ورودی یک مدل آماری گفته می‌شود. در این تحقیق پارامترهای مستقل شامل دما، رطوبت، باد و ساعت آفتابی مطابق (جدول ۲) تغییر داده شد. این تغییرات به مدل معرفی و پارامترهای تابع تبخیر تعرق پتانسیل و نیاز آبی محاسبه گردید. اضافه می‌شود نمادهای  $L$ ،  $M$  و  $H$  معرف تغییرات کم، متوسط و زیاد می‌باشند.

جدول ۲: بیان کمی توصیف تحلیل حساسیت ( بر حسب درصد)

- H	H	- M	M	- L	L	پارامتر/ سناریو
-۸/۰۰	۸/۰۰	-۴/۰۰	۴/۰۰	-۲/۰۰	۲/۰۰	دما
-۱۸/۰۰	۱۸/۰۰	-۱۲/۰۰	۱۲/۰۰	-۶/۰۰	۶/۰۰	رطوبت نسبی
-۱۵/۰۰	۱۵/۰۰	-۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	-۵/۰۰	۵/۰۰	باد
-۴/۰۰	۴/۰۰	-۲/۶۶	۲/۶۶	-۱/۳۳	۱/۳۳	ساعات آفتابی

در جداول ۳ و ۴ تغییرات نیاز آبی گندم و نیشکر بر اساس داده‌های اقلیمی اهواز در اثر افزایش/کاهش پارامترهای دخیل نشان داده شده است.

جدول ۳: تغییرات نیاز آبی گندم - اهواز در اثر افزایش/کاهش پارامترهای اقلیمی ( $m^3/ha$ )

- H	H	- M	M	- L	L	پارامتر/ سناریو
-۴۱۹	۴۳۱	-۲۰۹	۲۲۱	-۹۳	۱۱۶	دما
۲۶۸	-۲۶۸	۱۸۶	-۱۷۵	۹۳	-۸۱	رطوبت نسبی
-۶۸۶	۶۹۸	-۳۸۴	۴۰۷	-۱۷۵	۲۰۹	دما + رطوبت نسبی
-۴۸۹	۴۷۷	-۳۱۴	۳۲۶	-۱۵۱	۱۶۳	باد
-۴۷	۵۸	-۲۳	۳۵	-۱۲	۲۳	ساعات آفتابی



جدول ۴: تغییرات نیاز آبی نیشکر - اهواز در اثر افزایش/کاهش پارامترهای اقلیمی (m<sup>3</sup>/ha)

- H	H	- M	M	- L	L	پارامتر/ سناریو
-۲۵۶۸	۲۶۳۹	-۱۲۸۴	۱۳۵۵	-۵۷۱	۷۱۳	دما
۱۶۴۰	-۱۶۴۰	۱۱۴۱	-۱۰۷۰	۵۷۱	-۴۹۹	رطوبت نسبی
-۴۲۰۸	۴۲۸۰	-۲۳۴۵	۲۴۹۶	-۱۰۷۰	۱۲۸۹	دما + رطوبت نسبی
-۲۹۹۶	۲۹۲۴	-۱۹۲۶	۱۹۹۷	-۹۲۷	۹۹۹	باد
-۲۸۵	۳۵۷	-۱۴۳	۲۱۴	-۷۱	۱۴۳	ساعات آفتابی

ذکر این نکته مهم و اساسی است که نیاز آبی بر اساس یک دوره آماری متوسط برآورد شده است. سوالی که پیش می آید این است که چنانچه در سال های آتی نوسانات کاهش/ افزایش دما داشته باشیم رفتار و تغییرات آبی چگونه خواهد بود. در واقع تحلیل حساسیت به سوال فوق پاسخ می دهد.

### نتیجه گیری

با داشتن نیاز آبی هر گیاه در شرایط پایه (شرایط اقلیمی) که توسط آن نیاز آبی محاسبه شد، تحلیل حساسیت صورت گرفته و پیش بینی های جوی که ابتدای هر سال آبی صورت می گیرد. می توان نیاز آبی سال آتی را پیش دید کرد. بهبود مصرف در راندمان های پایین باعث کاهش نیاز آبی بیشتر نسبت به راندمان های بالاتر می شود. به طور مثال برای گیاه ذرت در اهواز افزایش راندمان از ۳۵ به ۴۰ درصد باعث کاهش مصرف حدود ۲۷۰۰ م<sup>۳</sup> مکعب در طول دوره آبیاری می گردد. اما افزایش راندمان از ۵۵ به ۶۰ این تفاوت را نشان نداده و فقط کاهش مصرفی حدود ۱۱۵۰ متر مکعب در طول دوره را نشان می دهد. بنابراین مدیریت مصرف در گام های اولیه بازدهی بیشتری دارد. از آنجایی که نیاز آبی خالص گیاهان در محل شبکه ها محاسبه شده با در دست داشتن آب تحویلی به شبکه/ بخشی از شبکه و الگوی کشت تحت آبیاری آن بخش از شبکه می توان راندمان آبیاری را تخمین زد. در هر ناحیه از استان می توان نیاز آبی را برای یک الگوی کشت واقعی یا فرضی محاسبه و در مدل های شبیه سازی و بهینه سازی منابع آب اعمال نمود.

### تقدیر و تشکر

از دفتر پژوهش های کاربردی سازمان آب و برق خوزستان به دلیل حمایت مالی تشکر و قدردانی می شود.

### منابع

حمادی، ک.، ذاکری حسینی، ف و جامعی، م. (۱۳۸۸). بررسی پدیده تغییرات اقلیمی (دما) و تاثیر آن بر مصارف آب کشاورزی در جلگه خوزستان. شورای تحقیقات آب- سازمان آب و برق خوزستان.

جامعی، م. (۱۳۸۸). ارزیابی روش‌های درون‌یابی در برآورد منطقه‌ای تبخیر و تعرق مرجع و مقایسه با نتایج حاصل از تصاویر ماهواره‌ای در دشت‌های مرکزی و شمالی خوزستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۷۶ص.

میرزایی تختگاهی، ح.، معاضد، هادی. (۱۳۸۵). مقایسه روش‌های مختلف برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل، همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

**Hemadi, K., Jamei, M., Zakerihosseini.F., (2011).** Climate change and its effect on agriculture water requirement in Iran-Khuzestan plain, International Journal of Food, Agriculture & Environment, 9, 1, pp: 624-628.

**Smith, M., Allen, R.G., Monteith, J.L., Perrier, A., Pereira, L., and Segeren, A. (1992).** Report of the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements UN-FAO, Rome, Italy, 54p.