تعیین و ارزیابی کارایی مصرف آب پتانسیل و برتری نسبی کشت محصولات زراعی عمده فاریاب در برخی استان‌های کشور

زهرا شیرخدایی[۱]، فیاض آقایاری[۱*] و حسین حسن پور درویشی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۱)

چکیده

وجود فناوری‌های جدید همچون سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌تواند کمک مؤثری در استفاده بهینه از آب آبیاری را فراهم کند. بنابراین بهره‌برداری از این منابع به شکل مطلوب، مؤثر و کارا به‌منظور تضمین توسعه پایدار، یکی از مهم‌ترین موضوعات مطرح شده در دنیای امروز است. این پژوهش به‌منظور ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل در مقیاس دشت و با استفاده از داده‌های نیاز آبی، سطح زیر کشت، عملکرد و تعیین مزیت نسبی کشت محصولات گندم و جو به تفکیک دشت در استان‌های تهران، البرز، قم، قزوین و زنجان با استفاده از قابلیت سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام شد. آمار عملکرد محصولات گندم و جو با روش میانگین وزنی در نرم‌افزار ArcGIS به عملکرد در دشت‌های محدوده مطالعاتی تبدیل شد. برای محاسبه شاخص کارایی پتانسیل و واقعی مصرف آب از نرم‌افزار بهینه‌سازی و برنامه‌ریزی مصرف آب کشاورزی (OPTIWAT) به‌منظور محاسبه نیاز خالص آبیاری و راندمان آبیاری فعلی دشت‌ها و همچنین از میزان عملکرد محصولات گندم و جو به تفکیک دشت‌ها استفاده شد. پهنه‌بندی شاخص‌های کارایی مصرف آب نیز با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و با روش Kriging انجام شد. نتایج پهنه‌بندی نشان‌دهنده برتری نسبی کشت محصولات در قسمت‌های غربی و شمال غربی استان تهران، جنوب و جنوب غربی استان البرز، نواحی جنوب غربی، شمال غربی و مرکزی استان قزوین، مناطق مرکزی استان قم و همچنین نواحی شمالی و جنوبی استان زنجان نسبت به سایر مناطق است. متوسط شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی گیاه گندم در کل محدوده مطالعاتی استان‌ها به‌ترتیب برابر ۱/۴۳ و ۰/۵۸ کیلوگرم بر مترمکعب و برای گیاه جو به‌ترتیب برابر ۱/۶۲ و ۰/۶۵ کیلوگرم بر مترمکعب است.

واژه‌های کلیدی: گندم، جو، نیاز آبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، پهنه‌بندی

۱. گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران
۲. گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر قدس، تهران، ایران
*: مسئول مکاتبات: Aghayari_ir@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

لزوم شناخت و استفاده صحیح از منابع محیطی با توجه به نیازهای موجود به‌منظور کشت محصولات مختلف، تطبیق الگوی شرایط اقلیمی هر منطقه با الگوی کشت مناسب با آن و به‌کارگیری از تمامی پتانسیل‌های موجود ضروری‌ترین اقدام به‌منظور رسیدن به امنیت غذایی و توسعه پایدار است. توسعه کشاورزی به‌منظور تولید بیشتر و تأمین احتیاجات غذایی به‌عنوان یک اصل قلمداد شده است (۲). ناکارایی کشت گیاهان دارای مقاومت کم در شرایط اقلیمی نامساعد و همچنین کم‌آبی و خشکسالی، از نظر اقتصادی زیان‌های بزرگی را به‌دنبال داشته است و سبب هدر رفتن سرمایه نیز می‌شود. بنابراین با توجه به محدودیت منابع آب و ظهور پدیده خشکسالی، لزوم استفاده صحیح از منابع آب به‌منظور کشت گیاهانی استراتژیک نظیر گندم و جو به‌منظور تأمین نیازهای اساسی اجتناب‌ناپذیر است (۱۵). پهنه‌بندی اکولوژیک- کشاورزی ابزاری توانمند برای تعیین پتانسیل یک منطقه با توجه به منابع محیطی موجود در آن است. توان تولید مستمر محصولات کشاورزی در واحدهای اکولوژیک از جنبه‌های گوناگون با استفاده از این مدل را می توان بررسی کرد و به این ترتیب و با توجه به توانمندی‌های موجود، از هدررفت منابع از طریق استفاده بهینه از مناطق کشت، جلوگیری کرد (۵). سرمدی (۱۴) با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام به قابلیت‌سنجی محیط طبیعی دشت خمین به‌منظور کارایی مصرف آب کشاورزی کرد. در این پژوهش، با تهیه نقشه کاربری زمین با استفاده از روش طبقه‌بندی با نظارت و ارزیابی چندعامله به وسیله تشکیل ماتریس‌های همبستگی، استاندارد کردن داده‌ها، وزن‌دهی و تجزیه و تحلیل، نقشه طبقه‌بندی شده تناسب اراضی منطقه را در شش طبقه با شدت و ضعف‌های مختلف ارائه کرد.

محمدی و همکاران (۱۲) در پژوهشی با عنوان کاربرد GIS در امکان‌سنجی کشت گندم در استان اصفهان، با هدف شناخت عوامل و عناصر اقلیمی مؤثر در کشت گندم در استان اصفهان و پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت با استفاده از توانایی‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در تلفیق لایه‌های مختلف اطلاعاتی و قالب مدل‌های مختلف اقدام کردند. پس از مطالعه شرایط اقلیمی و مقایسه آن با ایستگاه شاخص به تشکیل پایگاه اطلاعات اقلیمی و محیطی از استان در محیط GIS پرداختند. سپس بر اساس دو مدل وزن‌دهی رتبه‌بندی و سلسله مراتبی (AHP) به تخصیص ارزش و تلفیق نقشه‌های حاصله در محیط GIS پرداخته شد و درنهایت نواحی مستعد کشت این محصول در استان را طبقه‌بندی کردند.

فرامرزی (۶) در تحقیقی بهره‌وری آب گندم در استان‌های مختلف کشور را با استفاده از آمار درازمدت عملکرد و استفاده از مدل هیدرولوژی و بیلان آب به نام سوآت برای تعیین تبخیر و تعرق براورد کرد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، بهره‌وری آب گندم آبی و دیم به‌ترتیب در دامنه ۰/۱۵ تا ۱/۵۵ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود. بازگیر (۱) در پژوهشی با هدف تعیین پتانسیل اقلیمی زراعت گندم دیم در استان کردستان با استفاده از GIS، اقدام به تهیه لایه‌های مختلف دما و بارندگی کرد و در نهایت با هم‌پوشانی این لایه‌ها، استان کردستان را به چهار پهنه خیلی مناسب، مناسب، متوسط و ضعیف به‌منظور کشت گندم تقسیم‌بندی کرد.

ژائو و همکاران (۱۶) آب مصرفی و کارایی مصرف آب گندم زمستانه را در شمال چین با استفاده از تکنیک سنجش از راه دور ارزیابی کردند. نتایج حاکی از شبیه‌سازی و براورد نزدیک به واقعیت در کارایی مصرف آب را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج اندازه‌گیری شده، کارایی مصرف آب (بر اساس بیوماس) گیاه گندم در مراحل پنجه‌زنی و استقرار تا ساقه رفتن و ساقه رفتن تا خوشه‌دهی، به‌ترتیب در دامنه‌های ۱/۵ تا ۴ کیلوگرم بر مترمکعب قرار داشت. حداکثر کارایی مصرف آب در مرحله خوشه‌دهی اتفاق افتاد و بعد از آن شروع به کاهش کرد. هگزی و همکاران (۷) در پژوهشی اقدام به ایجاد لایه‌های اطلاعاتی از دسترسی به منابع آب زمینی، شیب عوارض زمین، شبکه زهکشی و رسوبات کردند و سپس با وزن‌دهی به لایه بر اساس نظر کارشناسی و اهمیت تأثیرگذاری آنها در کشاورزی منطقه،

www.SID.ir

Archive of SID

درنهایت مدل مناسب برای معرفی مکان‌های مستعد برای انواع کاربری‌های مختلف را ارائه کردند.

اهدائی (۴) گزارش کرد که یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر مقدار کارایی مصرف آب در برنامه‌ریزی آبیاری، کارایی مصرف آب ماده خشک تولیدی به‌ازای واحد آب مصرفی است. به‌طور نسبی، در شرایط زراعی، افزایش کمبود آب سبب افزایش راندمان مصرف آب می‌شود. به‌عبارت دیگر در شرایط نزدیک به تنش کمبود آب، گیاه در مقایسه با شرایط آبی، نسبت به میزان آب مصرف شده محصول بیشتری را تولید می‌کند. دونگ و همکاران (۳) اثر سه رژیم آبیاری را روی عملکرد دانه و کارایی مصرف آب برای دو رقم گندم زمستانه بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که رژیم‌های مختلف آبیاری (بدون آبیاری، یک آبیاری و دو آبیاری در فصل رشد) در سال خشک اثر معنی‌داری بر کارایی مصرف آب داشت. درحالی که تفاوت بین کارایی مصرف آب در سال عادی تغییری نداشت و در سال مرطوب کاهش پیدا کرد.

لی و یه (۹) از تلفیق الگوریتم ژنتیک در محیط GIS برای مکان‌یابی چندهدفه بهینه مناطق کشت گندم استفاده کرده‌اند و بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، قابلیت الگوریتم ژنتیک را در حل مسائل بهینه‌سازی پیچیده مکانی در فضاهای پیوسته، بیش از روش‌های مبتنی بر جستجوی همسایگی مرسوم در GIS دانستند. مور و همکاران (۱۳) به ارزیابی کارایی مصرف آب در کشور استرالیا در آزمایش‌های متناوب مزرعه‌ای در بعد زمانی و مکانی پرداختند. این بررسی با استفاده از یک چارچوب مفهومی و مدل‌سازی انجام شد. در این پروژه که بیشتر با هدف اقتصادی انجام گرفت، از مدل‌های GRAZPLAN و APSIM استفاده و شبیه‌سازی انجام شد. نتایج نشان داد که مقدار آب خاک بیشترین تأثیر را در مقدار کارایی مصرف آب دارد و درنهایت کارایی مصرف آب و سود اقتصادی با استفاده از تناوب کشت افزایش یافت و نتایج آن قابل تعمیم برای مناطق دیگر نیز است.

متازک و همکاران (۱۱) تأثیر برنامه‌ریزی آبیاری را روی ساختار ریشه، محصول و کارایی مصرف آب گیاه جو در خاک های دو لایه بررسی کردند. نتایج نشان داد که بیشترین عمق ریشه مربوط به تیمار آبیاری بهینه بود و افزایش عمق ریشه در خاک تأثیر مثبت روی عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه جو داشته است. ماریانو کاسانی و همکاران (۱۰) کارایی مصرف آب و جذب نیتروژن را برای گندم و جو در شرایط مدیترانه‌ای بررسی کردند. در این پژوهش عملکرد جو و دو رقم گندم در شرایط مختلف آبیاری شامل دیم و آبیاری کامل و میزان نیتروژن بررسی شد. نتایج نشان داد که کارایی مصرف آب در تیمارها از ۶/۳ تا ۲۳ کیلوگرم در هر هکتار به‌ازای هر میلی‌متر آب متغیر بود.

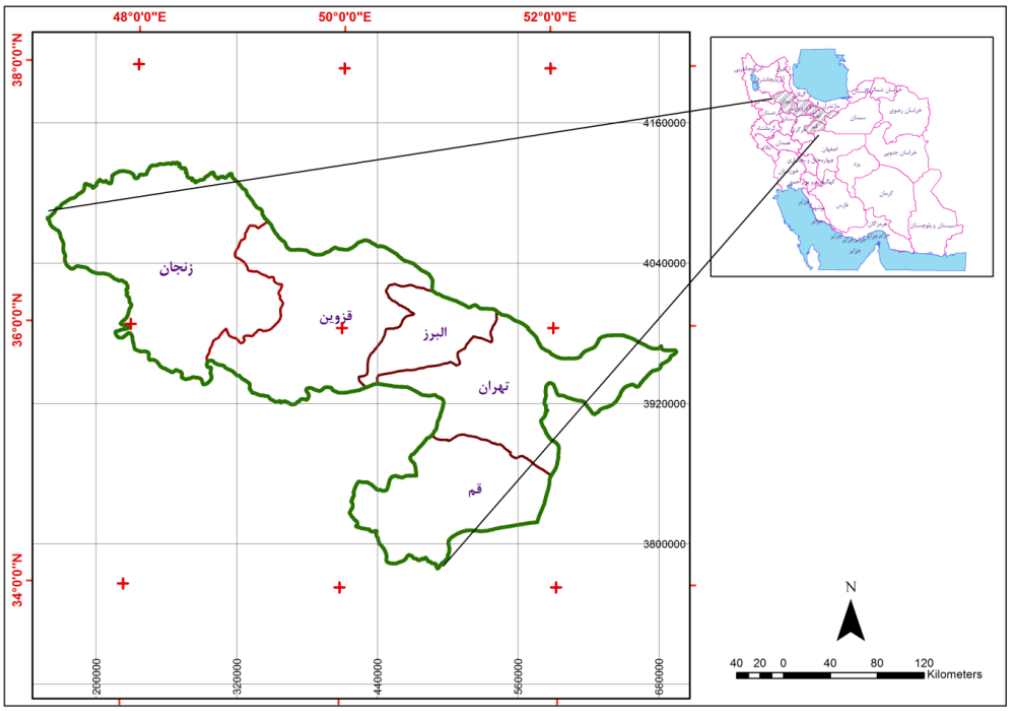
به‌منظور برنامه‌ریزی منابع آب و افزایش بهره‌وری آب در تولیدات کشاورزی فاریاب کشور که بیشترین سهم و نقش اساسی در کل تولیدات کشاورزی و تولید مواد غذایی کشور را دارد، بایستی برتری نسبی کاشت محصولات مختلف در مناطق مختلف تعیین شود. تعیین مقدار شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل در سطح دشت‌های کشور به‌عنوان واحد هیدرولوژیک ابزار و روش مناسبی برای این هدف است. بنابراین هدف اصلی از این پژوهش تعیین و ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل در مقیاس دشت با استفاده از داده‌های نیاز آبی، سطح زیر کشت و عملکرد محصولات گندم و جو فاریاب در استان‌های تهران، البرز، قم، قزوین و زنجان است.

مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی شامل استان‌های تهران، البرز، قم، قزوین و زنجان با مساحتی بالغ بر ۶۷۶۶۲ کیلومترمربع است که ۴/۱ درصد مساحت کشور را به خود اختصاص داده است. این محدوده بین عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۷ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۱۱ دقیقه شرقی واقع است و از شمال به استان‌های مازندران، گیلان، اردبیل و آذربایجان شرقی، از شرق به استان سمنان، از جنوب به استان‌های اصفهان، مرکزی و لرستان و از

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. موقعیت محدوده مطالعاتی

غرب به استان‌های کردستان و آذربایجان غربی منتهی شده است. در شکل (۱) موقعیت محدوده مطالعاتی نشان داده شده است.

شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل از تقسیم عملکرد محصول بر نیاز خالص آبیاری به‌صورت زیر به‌دست آمد.

$$WUE_p = \frac{Y}{NIR} \qquad (۱)$$

در این رابطه، Y: عملکرد محصول (گندم یا جو) برحسب کیلوگرم در هکتار، NIR (Net Irrigation Requirement): نیاز خالص آبیاری برحسب مترمکعب در هکتار، WUEp (Potential Water Use Efficiency): شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل برحسب کیلوگرم در مترمکعب است. همچنین شاخص کارایی مصرف آب واقعی از تقسیم عملکرد محصول بر نیاز ناخالص آبیاری (کل نیاز آبی) به‌صورت زیر محاسبه شد.

$$WUE_a = \frac{Y}{TIR} \qquad (۲)$$

در این رابطه، Y: عملکرد محصول (گندم یا جو) برحسب کیلوگرم در هکتار، TIR (Total Irrigation Requirement): نیاز ناخالص آبیاری برحسب مترمکعب در هکتار، WUEa (Actual Water Use Efficiency): شاخص کارایی مصرف آب واقعی برحسب کیلوگرم در مترمکعب است.

ملاحظه می‌شود که طبق روابط بالا نیاز ناخالص آبیاری به‌دلیل لحاظ کردن راندمان آبیاری تصویری واقعی از شرایط موجود را ارائه می‌دهد. محاسبه کل نیاز آبی بر اساس نیاز خالص و راندمان آبیاری بر اساس رابطه زیر محاسبه شد.

$$TIR = \frac{NIR}{E_t} \qquad (۳)$$

در این رابطه، E_t: راندمان کل آبیاری در شرایط موجود کشاورزی است.

نیاز آبی خالص محصولات انتخابی در این گزارش به تفکیک دشت‌های پنج استان تهران، البرز، قم، قزوین و زنجان با استفاده از روش پنمن- مانتیث فائو برای محصولات انتخابی گندم و جو با استفاده از نرم‌افزار بهینه‌سازی و برنامه‌ریزی مصرف آب کشاورزی (OPTIWAT) محاسبه و نتایج آن نیز با سند ملی مورد مطابقت

www.SID.ir

Archive of SID

قرار گرفت. لازم به ذکر است عملکرد محصولات گندم و جو طبق آمارنامه کشاورزی سال ۹۴-۱۳۹۳ و به تفکیک مراکز شهرستان در استان‌های مورد مطالعه استخراج شد.

در پژوهش حاضر برای تهیه نقشه‌ها، از قابلیت‌های GIS شامل نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. در ابتدا بانک اطلاعاتی عملکرد محصولات گندم و جو به تفکیک مراکز شهرستان و همچنین نیاز خالص و ناخالص به تفکیک مراکز دشت‌های استان مورد مطالعه (ارائه شده بر اساس نرم‌افزار OPTIWAT) تهیه شد. سپس تمامی بانک اطلاعاتی به سیستم UTM تبدیل و برای ویرایش به نرم‌افزار ArcGIS آورده شد. به‌منظور درنظر گرفتن عملکرد به تفکیک دشت‌ها از میانگین وزنی به روش تیسن در نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. به این صورت که میزان تأثیر دشت‌های هر استان بر هر شهرستان بر اساس روش مذکور محاسبه و سپس به تفکیک درصد این تأثیر، عملکرد به تفکیک دشت‌ها محاسبه شد. برای تهیه پهنه‌های شاخص‌های کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی از روش میان‌یابی Kriging به‌علت داشتن حداقل مجموع مربعات خطا و با اندازه بهینه سلول (Pixel Size) ۲۰۰ متر استفاده شد.

بحث و نتایج

محاسبه شاخص کارایی مصرف آب

شاخص‌های کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی بر اساس نیاز آبی خالص و ناخالص به تفکیک دشت و نوع محصول محاسبه شد. نتایج محاسبات به تفکیک نوع محصول و دشت در جدول (۱) آورده شده است.

پهنه‌بندی شاخص‌های کارایی مصرف آب

پهنه‌بندی شاخص‌های کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS به روش میان‌یابی Kriging مطابق نتایج ارائه شده جدول (۱) و بر اساس نقاط معرف دشت‌های هر استان انجام شد. پهنه‌بندی به تفکیک هر استان در قسمت زیر آورده شده است.

استان تهران

پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی گیاه گندم و جو در استان تهران در شکل‌های ۲ تا ۵ ارائه شده است. میزان شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه گندم مطابق نقشه پهنه‌بندی از سمت نواحی شرقی به‌سمت نواحی غربی استان تهران افزایش می‌یابد. به‌طوری که در شهرستان ملارد دارای بیشترین مقدار و در شهرستان‌های فیروزکوه و دماوند دارای کمترین مقدار است. شاخص کارایی مصرف آب واقعی گندم نیز به‌سمت نواحی غربی استان افزایش می‌یابد. به‌طوری که این شاخص از مقدار ۰/۴۶ کیلوگرم بر مترمکعب در شرق استان (شهرستان فیروزکوه و دماوند) به ۰/۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب در غرب استان (شهرستان ملارد) می‌رسد. شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه جو نیز در نواحی شرقی (شهرستان فیروزکوه)، غربی (شهرستان ملارد) و بخش‌های مرکزی دارای مقدار متوسط ۱/۵۵ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است و در نواحی شمالی استان (دشت دماوند) به‌میزان حداکثر و در بخش‌هایی از دشت ورامین در جنوب استان به‌میزان حداقل می‌رسد. شاخص کارایی مصرف واقعی آب گیاه جو نیز در دشت دماوند دارای بیشترین مقدار و در دشت ورامین دارای کمترین مقدار است.

استان البرز

پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی گیاه گندم و جو در استان البرز در شکل‌های ۶ تا ۹ ارائه شده است. میزان شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه گندم در استان البرز مطابق شکل در دشت هشتگرد با مقدار ۱/۴۷ کیلوگرم بر مترمکعب کمترین و در دشت اشتهارد با مقدار ۲/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین است. شاخص کارایی مصرف آب واقعی گندم نیز به‌سمت نواحی جنوب غربی استان افزایش می‌یابد به‌طوری که این شاخص از مقدار ۰/۵۹ کیلوگرم بر مترمکعب در دشت هشتگرد به.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی محصول گندم و جو

ردیف	نام دشت	راندمان فعلی (٪)	کارایی مصرف آب گندم ($kg\ m^{-3}$)		کارایی مصرف آب جو ($kg\ m^{-3}$)	
			پتانسیل (WUEp)	واقعی (WUEa)	پتانسیل (WUEp)	واقعی (WUEa)
۱	آبسرد- هومند	۴۴	۱/۰۴	۰/۴۶	۱/۵۱	۰/۶۶
۲	اشتهارد	۴۰	۲/۱۲	۰/۸۵	۱/۵۰	۰/۶۰
۳	تهران- کرج	۳۸	۱/۴۸	۰/۵۶	۱/۶۳	۰/۶۲
۴	دماوند	۴۶	۱/۰۷	۰/۴۹	۲/۰۸	۰/۹۶
۵	ساوه	۴۲	۱/۵۷	۰/۶۶	۱/۳۵	۰/۵۷
۶	فیروزکوه	۴۳	۱/۰۶	۰/۴۶	۱/۵۱	۰/۶۵
۷	لواسانات	۴۴	۱/۱۶	۰/۵۱	۱/۵۵	۰/۶۸
۸	ورامین	۳۹	۱/۱۷	۰/۴۶	۰/۸۲	۰/۳۲
۹	هشتگرد	۴۰	۱/۴۷	۰/۵۹	۱/۲۸	۰/۵۱
۱۰	آوج	۳۸	۱/۵۳	۰/۵۸	۲/۰۴	۰/۷۷
۱۱	طالقان- الموت	۴۳	۱/۱۶	۰/۵۰	۱/۱۶	۰/۵۰
۱۲	قزوین	۴۵	۱/۹۵	۰/۸۸	۱/۸۷	۰/۸۴
۱۳	قیدر	۴۴	۱/۲۶	۰/۵۵	۱/۳۹	۰/۶۱
۱۴	دریاچه نمک	۴۴	۱/۰۶	۰/۴۷	۱/۴۵	۰/۶۴
۱۵	سلفچگان	۴۱	۰/۹۸	۰/۴۰	۰/۸۶	۰/۳۵
۱۶	قم	۴۱	۲/۴۲	۰/۹۹	۳/۸۹	۱/۵۹
۱۷	کاشان	۴۲	۱/۲۳	۰/۵۲	۱/۳۲	۰/۵۶
۱۸	ابهر	۳۶	۱/۳۲	۰/۴۷	۱/۶۰	۰/۵۷
۱۹	انگوران- ماه‌نشان	۳۶	۱/۲۶	۰/۴۵	۱/۶۹	۰/۶۱
۲۰	بیجار	۳۸	۱/۹۰	۰/۷۲	۲/۴۷	۰/۹۴
۲۱	دیواندره	۳۶	۱/۳۹	۰/۵۰	۱/۵۳	۰/۵۵
۲۲	سجاس- حلب	۳۷	۱/۱۰	۰/۴۱	۱/۴۴	۰/۵۳
۲۳	سلطانیه	۳۶	۱/۱۶	۰/۴۲	۱/۳۳	۰/۴۸
۲۴	طارم- خلخال	۳۶	۱/۵۴	۰/۵۵	۱/۹۸	۰/۷۱

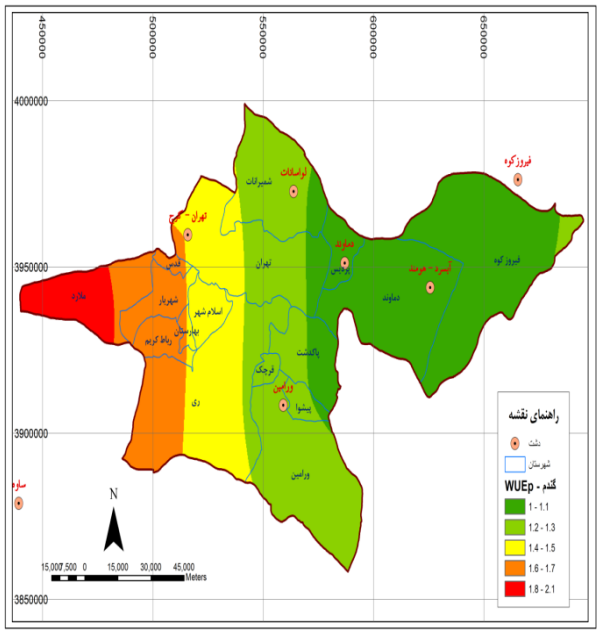
۰/۸۵ کیلوگرم بر مترمکعب در دشت اشتهارد می‌رسد شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه جو در دشت هشتگرد واقع در نواحی مرکزی استان به میزان حداقل می رسد. شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه جو نیز در دشت هشتگرد با میزان ۰/۵۱ کیلوگرم بر مترمکعب کمترین و در دشت اشتهارد با میزان ۰/۶ کیلوگرم بر متر مکعب دارای بیشترین است.

استان قم

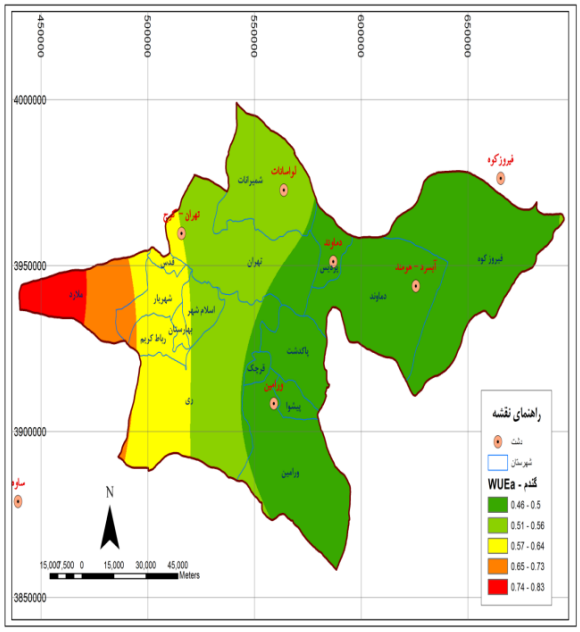
پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی گیاه گندم و جو در استان قم در شکل‌های ۱۰ تا ۱۳ ارائه شده است. شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی گندم در دشت‌های سفلچگان و دریاچه نمک دارای کمترین مقدار و در دشت قم دارای بیشترین مقدار است. شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه جو نیز در دشت قم با مقدار

www.SID.ir

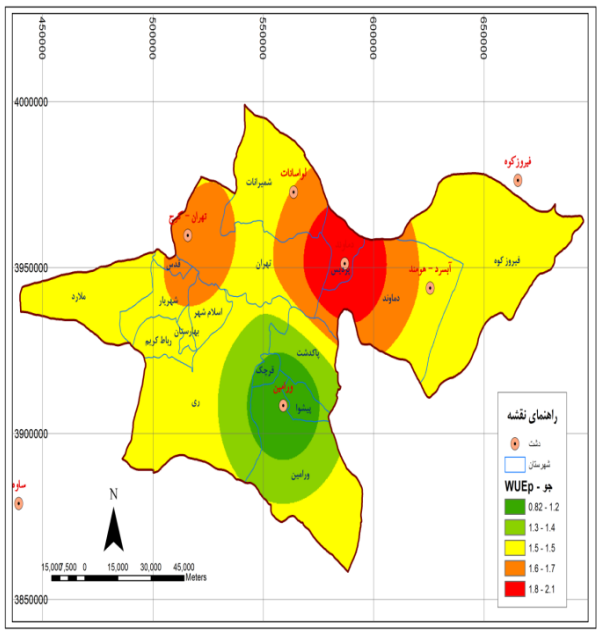
Archive of SID



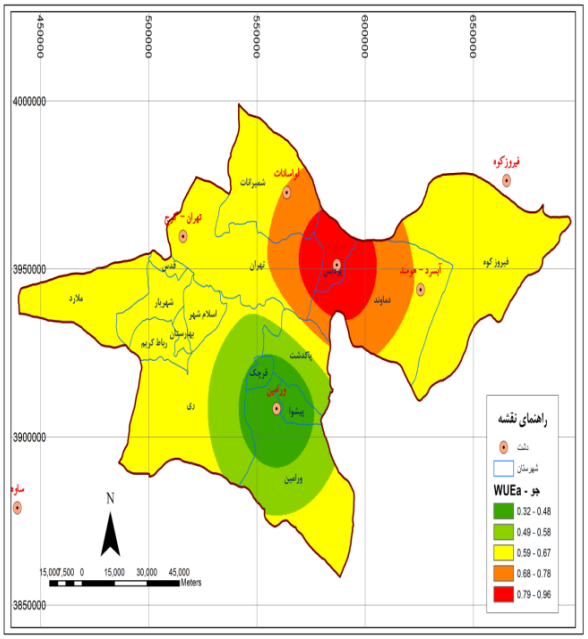
شکل ۲. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه گندم در استان تهران



شکل ۳. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه گندم در استان تهران



شکل ۴. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه جو در استان تهران

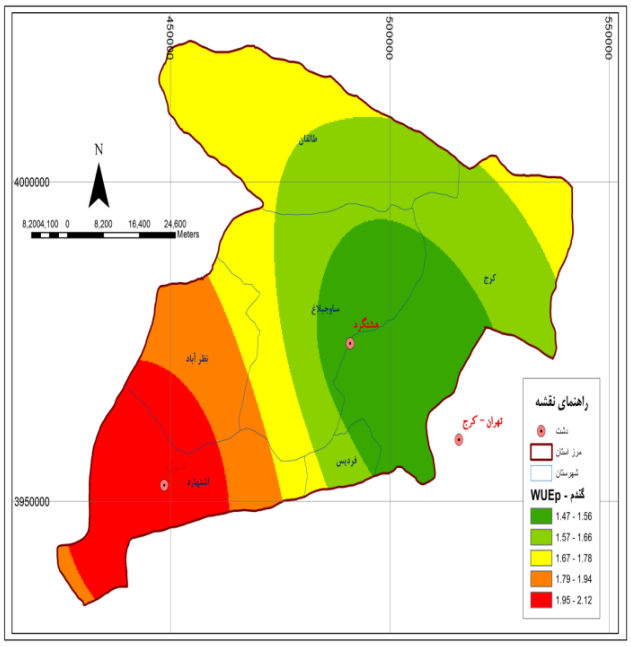


شکل ۵. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه جو در استان تهران

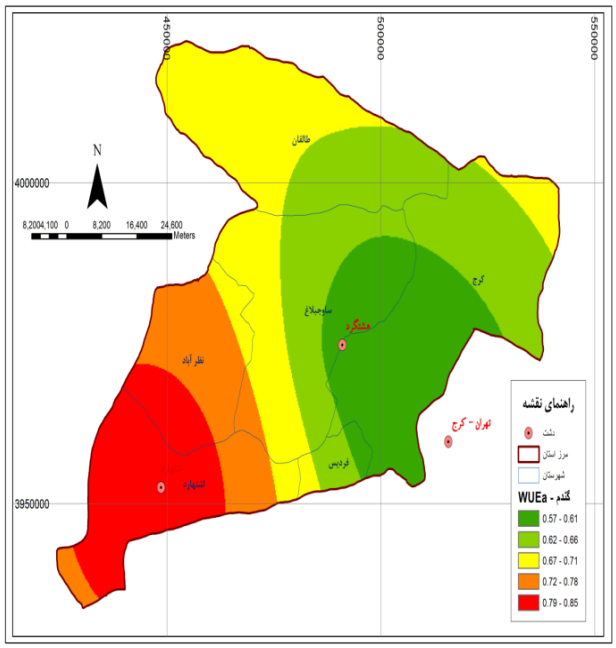
۳/۸۸ کیلوگرم بر مترمکعب دارای بیشترین است. شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه جو در قم با میزان ۱/۵۹ کیلوگرم بر مترمکعب دارای بیشترین و در دشت سلفچگان با میزان ۰/۳۵ کیلوگرم بر مترمکعب دارای کمترین مقدار است.

www.SID.ir

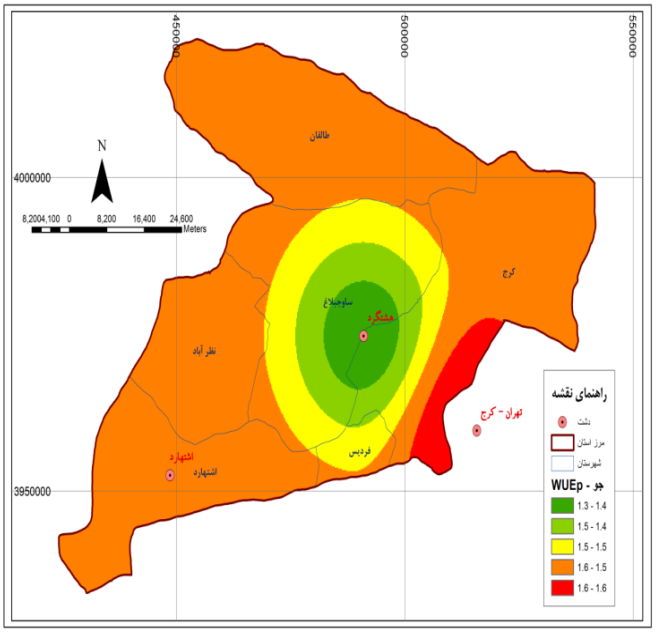
Archive of SID



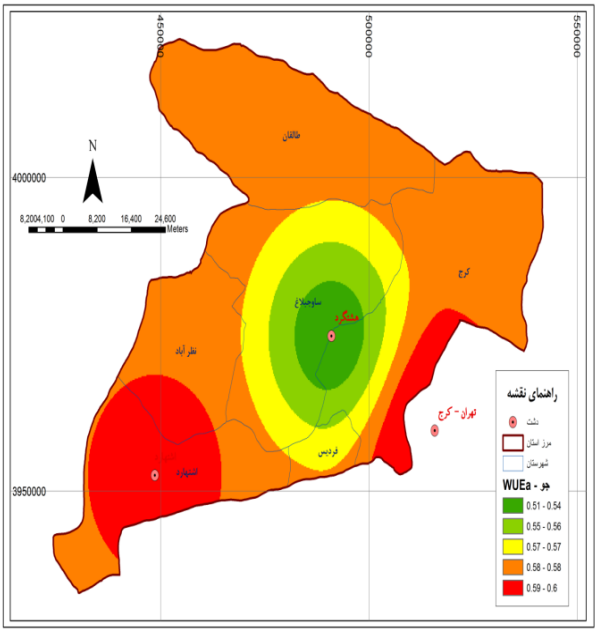
شکل ۶. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه گندم در استان البرز



شکل ۷. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه گندم در استان البرز



شکل ۸. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه جو در استان البرز



شکل ۹. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه جو در استان البرز

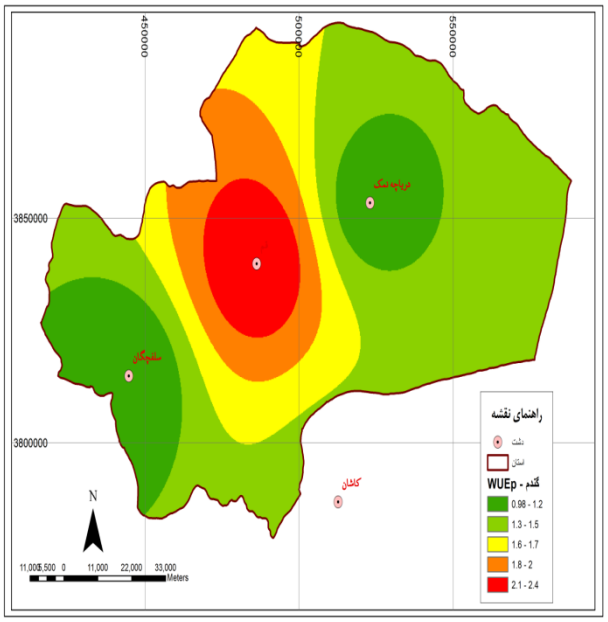
به‌طوری که با نزدیک شدن به نواحی مرکزی استان قم این مقدار به‌میزان چشمگیری افزایش می‌یابد.

استان قزوین

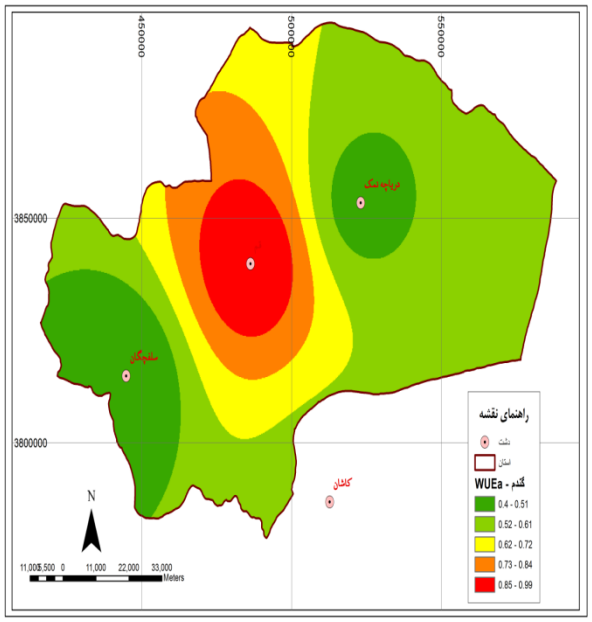
پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی گیاه

www.SID.ir

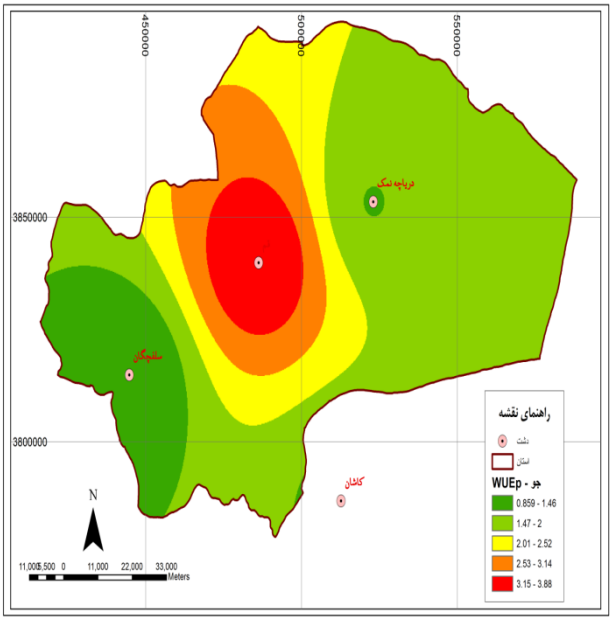
Archive of SID



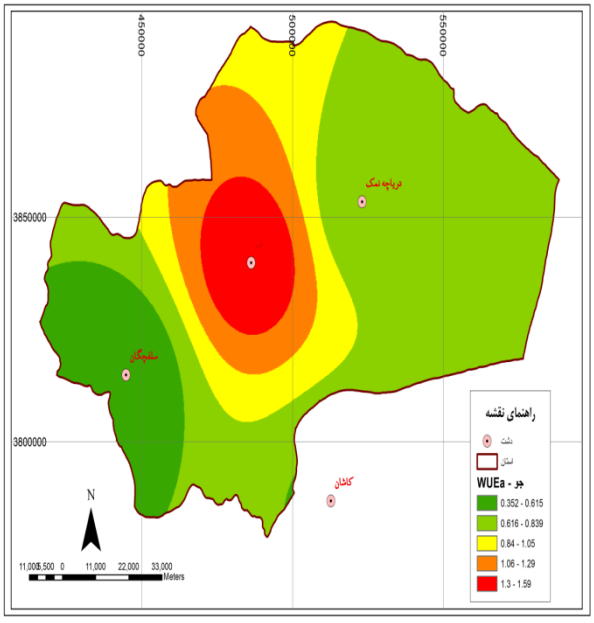
شکل ۱۰. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه گندم در استان قم



شکل ۱۱. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه گندم در استان قم



شکل ۱۲. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه جو در استان قم

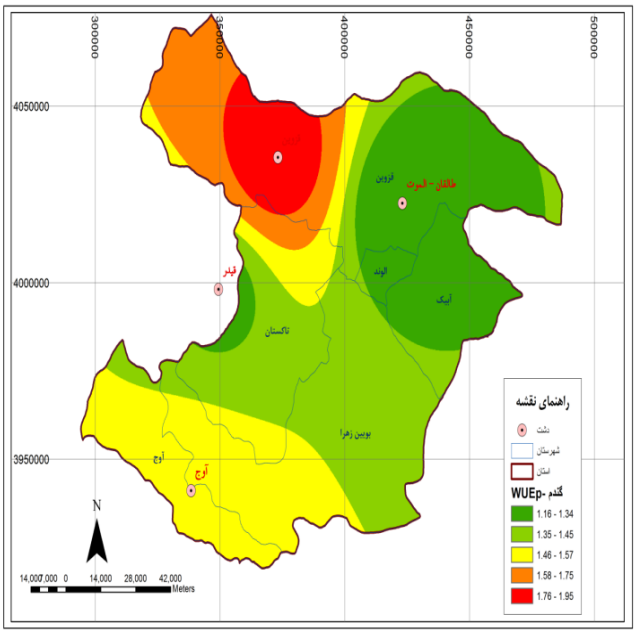


شکل ۱۳. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه جو در استان قم

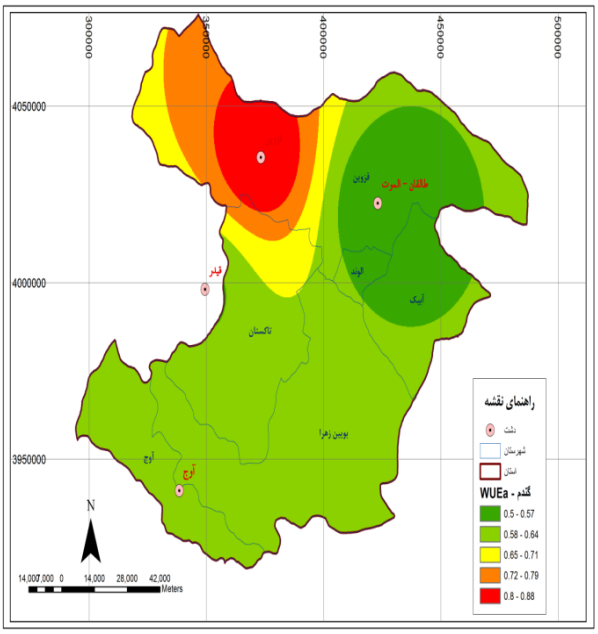
گندم و جو در استان قزوین در شکل‌های ۱۴ تا ۱۷ ارائه شده است. میزان شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه گندم در استان قزوین مطابق نقشه در دشت طالقان- الموت دارای کمترین و در دشت قزوین دارای بیشترین مقدار بوده و همچنین در قسمت‌های مرکزی و جنوبی استان دارای مقدار متوسطی است. شاخص کارایی مصرف آب واقعی گندم در

www.SID.ir

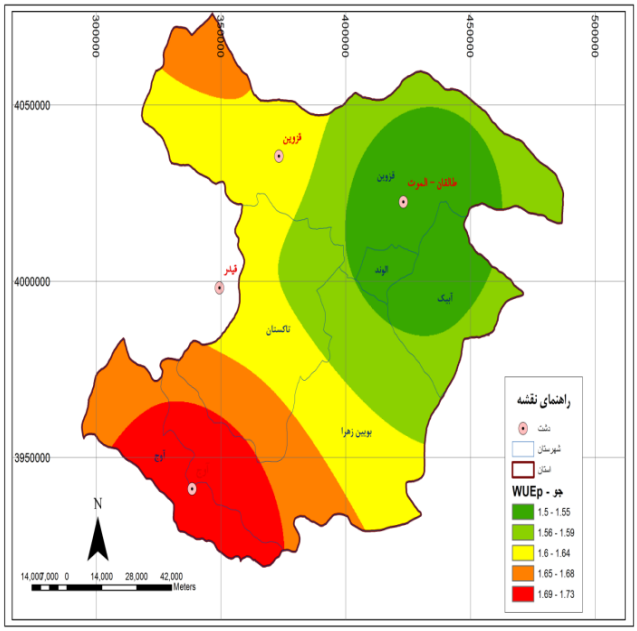
Archive of SID



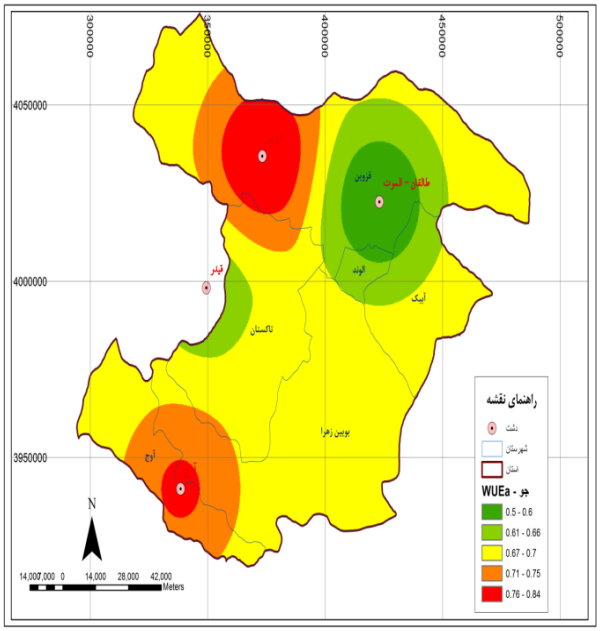
شکل ۱۴. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه گندم در استان قزوین



شکل ۱۵. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه گندم در استان قزوین



شکل ۱۶. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه جو در استان قزوین



شکل ۱۷. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه جو در استان قزوین

بیشتر مناطق استان دارای مقادیر متوسط رو به کم بوده است و در دشت قزوین با مقدار ۰/۸۸ کیلوگرم بر مترمکعب به بیشترین مقدار خود می‌رسد. شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه جو از سمت شمال شرقی (دشت طالقان- الموت)

www.SID.ir

Archive of SID

به‌سمت جنوب غربی (دشت آوج) افزایش یافته است. شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه جو در دشت قزوین با میزان ۰/۸۴ کیلوگرم بر مترمکعب دارای بیشترین مقدار و در دشت طالقان- الموت با مقدار ۰/۵ کیلوگرم بر مترمکعب دارای کمترین مقدار است.

استان زنجان

پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی گیاه گندم و جو در استان زنجان در شکل‌های ۱۸ تا ۲۱ ارائه شده است. میزان شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه گندم در استان زنجان مطابق نقشه در قسمت‌های شمالی و جنوبی استان یعنی دشت‌های طارم- خلخال و بیجار دارای بیشترین مقدار و در دشت‌های مرکزی (سجاس- حلب و سلطانیه) دارای کمترین مقدار است. شاخص کارایی مصرف آب واقعی گندم در دشت بیجار با مقدار ۰/۷۱ کیلوگرم بر مترمکعب دارای بیشترین و در دشت سلطانیه و سجاس- حلب با مقدار ۰/۴ کیلوگرم بر مترمکعب دارای کمترین مقدار است. شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه جو در دشت‌های مرکزی استان دارای کمترین مقدار و در دشت‌های غربی و شرقی استان زنجان دارای مقدار متوسطی است و هرچه به‌سمت نواحی جنوبی و شمالی استان نزدیک می‌شود، مقدار این شاخص افزایش می‌یابد. شاخص کارایی مصرف واقعی آب گیاه جو در دشت بیجار با مقدار ۰/۹۴ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و دشت سلطانیه با مقدار ۰/۴۸ کیلوگرم بر مترمکعب کمترین است.

پهنه‌بندی استان‌ها و دشت‌های مطالعاتی

پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی در کل محدوده مطالعاتی به‌همراه موقعیت استان‌ها و دشت‌های منطقه مورد مطالعه در شکل‌های ۲۲ تا ۲۵ آورده شده است.

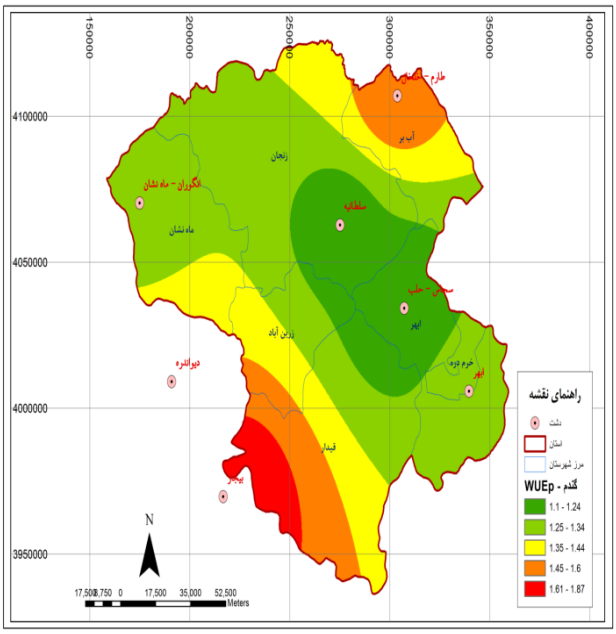
بحث و نتیجه‌گیری

با محاسبه شاخص‌های کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی و پهنه‌بندی نقشه‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی، مناطق دارای بیشترین کارایی مصرف آب در استان‌های تهران، البرز، قم، قزوین و زنجان شناسایی و به تفکیک نوع شاخص اولویت‌بندی شدند. بر این اساس متوسط شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل و واقعی گیاه گندم در کل محدوده مطالعاتی پنج استان به‌ترتیب برابر ۱/۴۳ و ۰/۵۸ کیلوگرم بر متر مکعب و برای گیاه جو برابر ۱/۶۲ و ۰/۶۵ کیلوگرم بر متر مکعب است. بررسی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل در استان تهران مشخص می‌سازد کشت گندم در نواحی غربی استان در دشت‌های تهران- کرج به‌سمت دشت ساوه دارای برتری نسبی بوده است و بنابراین قسمت‌های غربی نسبت به قسمت‌های شرقی توصیه می‌شود. کشت جو نیز در نواحی شمال و شمال غربی استان به‌سمت غرب از عملکرد بالاتری برخوردار است. با بررسی این شاخص در استان البرز برای گیاه گندم مشخص می‌سازد که نواحی جنوب و جنوب غربی استان در دشت‌های سمت اشتهارد از عملکرد بهتری نسبت به نواحی شرقی برخوردار هستند. در مورد گیاه جو نیز فقط مناطق مرکزی استان البرز دارای عملکرد نسبتاً پایین‌تری نسبت به سایر مناطق هستند. در استان قزوین نیز با بررسی شاخص کارایی پتانسیل مصرف آب مشخص می‌شود که کشت گیاهان گندم و جو در نواحی جنوب غربی، شمال غربی و مرکزی استان از عملکرد بهتری نسبت به سایر مناطق برخوردار هستند. در استان قم نیز شاخص کارایی پتانسیل مصرف آب نشان می‌دهد که مناطق مرکزی استان نسبت به مناطق شرقی و غربی استان از عملکرد بالاتری برخوردار هستند، بنابراین کشت گندم و جو در این مناطق از برتری نسبی بیشتری برخوردار است. در استان زنجان شاخص کارایی پتانسیل نشان‌دهنده مناسب بودن نواحی شمالی، جنوبی و تا حدی شمال غربی از نظر عملکرد گیاهان گندم و جو هستند بنابراین کشت گیاهان در دشت‌های بیجار، طارم- خلخال و ماه‌نشان - انگوران از پتانسیل بالاتری برخوردار است.

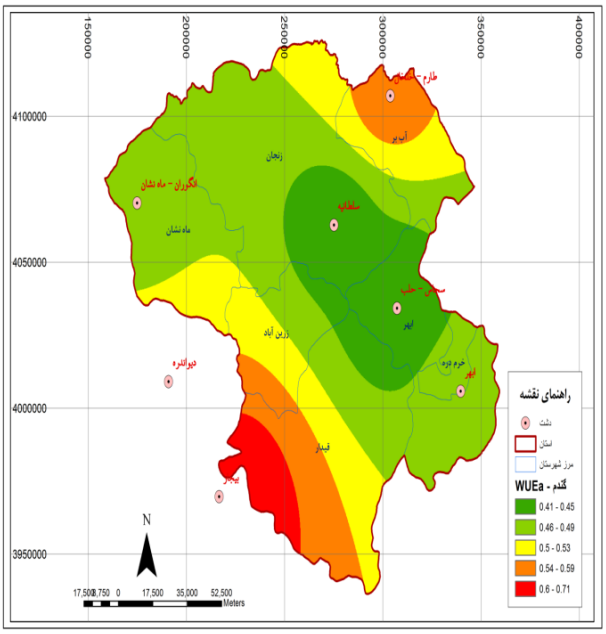
موقعیت جغرافیایی استان‌های مورد مطالعه و همچنین

www.SID.ir

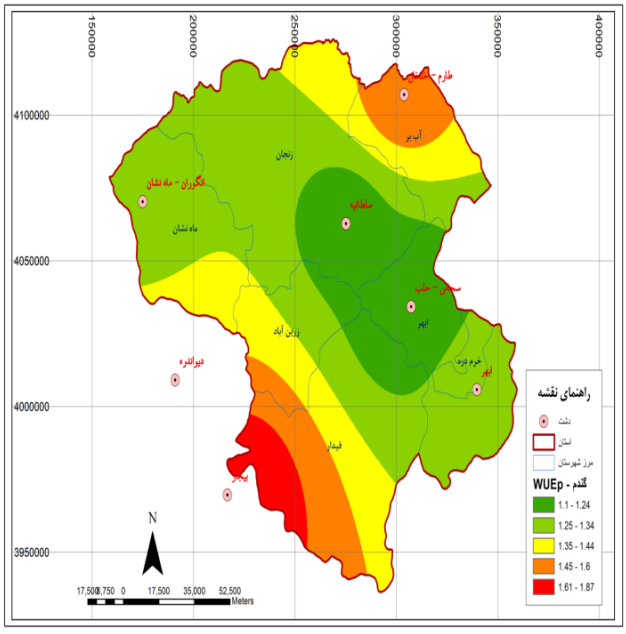
Archive of SID



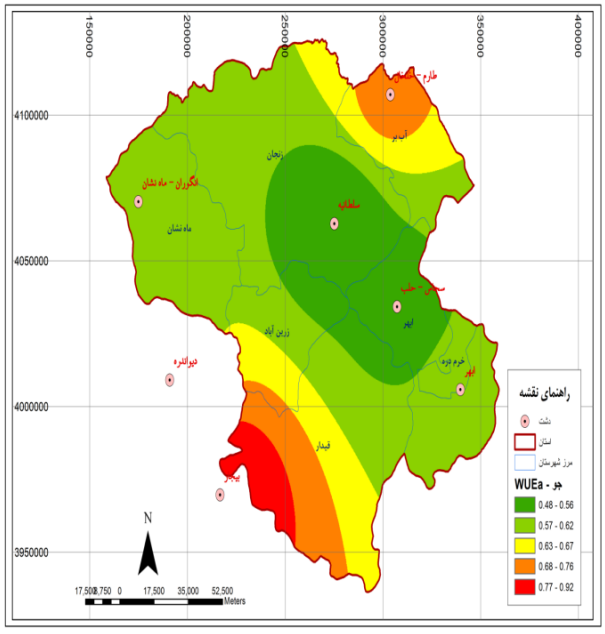
شکل ۱۸. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه گندم در استان زنجان



شکل ۱۹. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه گندم در استان زنجان



شکل ۲۰. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه جو در استان زنجان

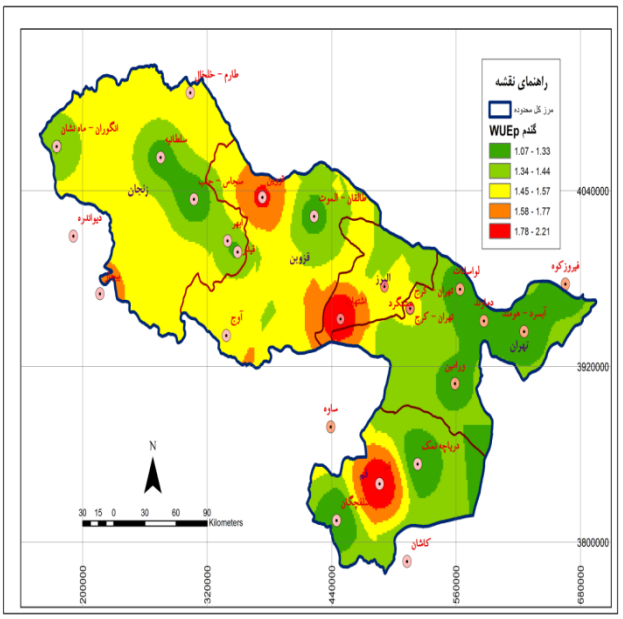


شکل ۲۱. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه جو در استان زنجان

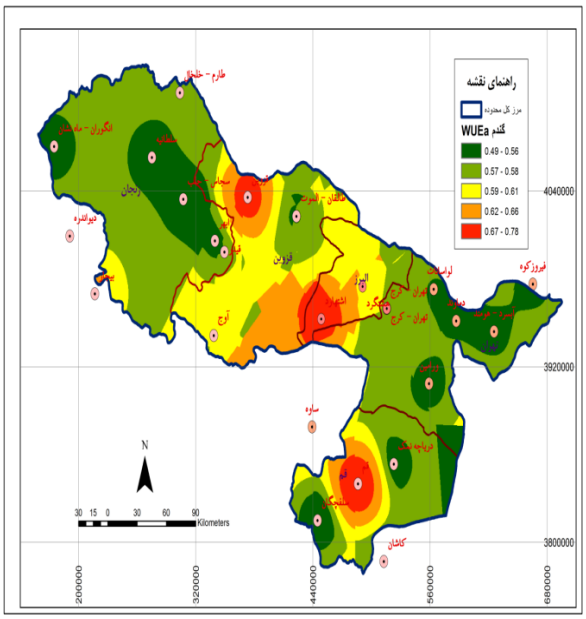
شرایط و توانمندی‌های طبیعی این استان‌ها باعث شکل‌گیری فعالیت‌های کشاورزی گسترده در این مناطق شده است. بنابراین می‌توان با برنامه‌ریزی‌های دقیق و مستمر در سطح کلان کشاورزی، شاهد به زیر کشت رفتن مناطقی با شرایط متفاوت

www.SID.ir

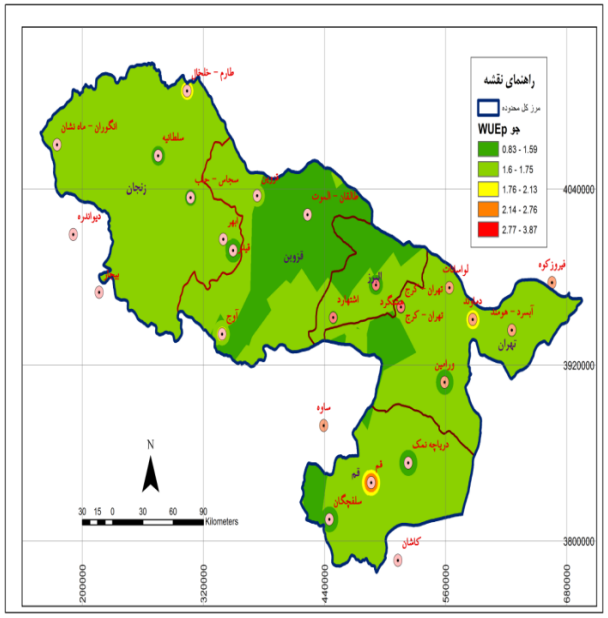
Archive of SID



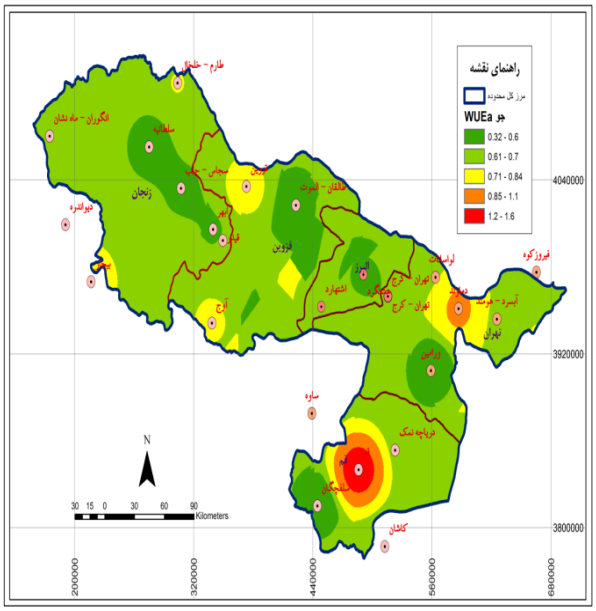
شکل ۲۲. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه گندم در محدوده مطالعاتی



شکل ۲۳. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه گندم در محدوده مطالعاتی



شکل ۲۴. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل گیاه جو در محدوده مطالعاتی



شکل ۲۵. پهنه‌بندی شاخص کارایی مصرف آب واقعی گیاه جو در محدوده مطالعاتی

از نظر نحوه کشت غلات بود. زارت و باستیانسن (۱۷) در سال ۲۰۰۴ متوسط شاخص کارایی مصرف آب برای محصول گندم در سطح جهانی را مقدار ۱/۰۹ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد کردند. کیجن و همکاران (۸) با بررسی کارایی مصرف آب غلات در سطح بین‌المللی مقادیر ۱/۱ تا ۱/۷ کیلوگرم بر متر مکعب در آمریکا و چین و ۱/۷ تا ۲/۴ کیلوگرم بر متر مکعب در غرب اروپا را برآورد کردند. بنابراین مقایسه این اعداد با مقادیر به‌دست آمده بیانگر اختلاف تقریباً معنی‌دار بوده است که

www.SID.ir

این اختلاف توجه به ضرورت بازنگری در استفاده از منابع آب و خاک را بیان می‌کند، به‌طوری که با اصلاح خاک، استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار، کشت ارقام اصلاح شده مقاوم به خشکی و سرمای غلات و اصلاح الگوی زراعی می‌توان بهره‌وری را به‌میزان قابل توجهی افزایش داد.

منابع مورد استفاده

1. Bazgir, S. 2014. Investigation of climatic potential in wheat agronomy. MSc. Thesis, Faculty of Agriculture, Tehran University. (In Farsi).
2. Dehghani, F., F. Alaei Yazdi and J. Malakouti. 2004. Evaluation of irrigation water quality in Yazd province in view of the effects of malnutrition. *Technical Journal of the Soil and Water Research Institute* 206, pp 22. (In Farsi).
3. Dong, B., L. Shi, C. Shi, Y. Qiao, M. Liu and Z. Zhengbin. 2011. Grain yield and water use efficiency of two types of winter wheat cultivars under different water regimes. *Agricultural Water Management* 99: 103-110.
4. Ehdaie, B. 1995. Variation in Water-use Efficiency and Its Components in Wheat: II. Pot and field experiments. *Crop Science* 35(6): 1617-1626.
5. Farajzadeh, M., A. A. Movahhed Danesh and H. Ghaemi. 1996. Drought in Iran. *Journal of Agricultural Knowledge* 5(1): 31-52. (In Farsi).
6. Faramarzi, M. 2012. Impact of virtual water on wheat production. *In:* Proceeding of the International Ecology Conference. Isfahan University of Technology. (In Farsi).
7. Hegzi, H. J. and R. Davis. 2010. Drought stress effects on maize with Geographic Information System in Egypt. *Agronomy Journal* 95: 688-696.
8. Kijne, J. W., T. P. Tuong, J. Bennett, B. Bouman and T. Oweis. 2003. Ensuring Food Security via Improvement in Crop Water Productivity, Background Paper in CGIAR Challenge Program on Water and Food, CGIAR, IWMI, Colombo, Sri Lanka.
9. Li, X. and A. G. Yeh. 2005. Integration of genetic algorithms and GIS for optimal location search. *International Journal of Geographical Information Science* 9(5): 581-601.
10. Mariano Cossani, C., A. Gustavo and R. S. Slafer. 2013. Nitrogen and water use efficiencies of wheat and barley under a Mediterranean environment in Catalonia. *Field Crops Research* 128: 109–118.
11. Matuszek, M., T. Botwright Acuna, D. Parsons and M. Hardie. 2011. The effect of irrigation on barley root architecture, yield and water-use efficiency in vertic duplex soils, Irrigation. *In:* Proceeding of the New Horizons, Fresh Ideas Conference, Launceston.
12. Mohammadi, H., M. Kazemi and N. Godarzi. 2008. Application of GIS in the feasibility of olive cultivation in Isfahan province. *Journal of Research and Construction in Agriculture and Horticulture* 74: 123-133. (In Farsi).
13. Moore, A. D., M. J. Robertson and R. Routley. 2011. Evaluation of the water use efficiency of alternative farm practices at a range of spatial and temporal scales: A conceptual framework and a modelling approach. *Agricultural Systems* 104: 162–174.
14. Sarmadi, F. 2012. Monitoring of land use using remote sensing and GIS analysis. MSc. Thesis, Khaje Nasir Toosi University, Faculty of Surveying. (In Farsi).
15. Simon, C. M., E. I. Ekwue, F. A. Gumbs and C. V. Narayan. 1998. Evapotranspiration and crop coefficients of irrigated maize (*Zea mays* L.) in Trinidad. *Tropical Agriculture* 75(3): 342-346.
16. Xiao, G., Q. Zhang, Y. Li, R. Wang, Y. Yao, H. Zhao and H. Bai. 2008. Impacts of Temperature Increase on The Yield of Winter Wheat at Low and High Altitudes in Semiarid Northwestern China. *Agricultural Water Management* 97: 1360-1364.
17. Zwart, S. J. and W. G. M. Bastiaanssen. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management* 69(2):115-133.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science
Vol. 23, Winter 2020, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Determination and Evaluation of Potential Water Use Efficiency and Comparative Advantage of Major Irrigated Crops in Several Provinces of Iran

Z. Shirkhodaei[1], F. Aghayari[1*] and H. Hasanpour Darvishi[2]

(Received: May 6-2017 ; Accepted: September 23-2018)

Abstract

There are new technologies such as geographic information systems (GIS) that can be effective in the optimization of irrigation water. Therefore, utilizing these resources in a desirable, effective and efficient manner to ensure sustainable development is one of the most important issues in the today's world. The aim of this study was to determine and evaluate the potential water use efficiency (WUEp) index in the plain scale by using net water requirement data, area under cultivation and yields, and to determine the comparative advantage of wheat and barley plants in Tehran, Alborz, Qom, Qazvin and Zanjan provinces by employing the geographic information system (GIS). The yields of wheat and barley products by weighted average in ArcGIS software were converted to yields in the plains scale. To calculate the potential and actual water use efficiency, we used the OPTIWAT software in order to calculate the net irrigation water and the current irrigation efficiency plains; also, the yields of wheat and barley products in the plains scale were used. Zoning water use efficiency indexes was performed by using the ArcGIS software and Kriging method. Mapping results showed a comparative advantage of crops in the west and northwest of Tehran province, south and southwest of Alborz province, southwest, north- west and center of Qazvin province, center Qom province and also, northern and southern regions of the Zanjan province, in comparison to other areas. Average potential and actual water use efficiency in the whole study area of the provinces for wheat were 1.43 and 0.58 kg m^{-3}, respectively, while these were 1.62 and 0.65 kg m^{-3} for barley, respectively.

Keywords: Wheat, Barley, Irrigation requirement, Geographic information system, Zoning

1. Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
2. Department of Civil Engineering, Shahr-e- Ghods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
*: Corresponding author: Aghayari_ir@yahoo.com

www.SID.ir