

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۱۵، تابستان ۱۳۹۴

وصول مقاله: ۱۳۹۲/۸/۱۲

تأیید نهایی: ۱۳۹۳/۳/۱۳

صفحات: ۱۷ - ۳۲

## تعیین نواحی آگروکلیمایی کشت گندم دیم بر مبنای شاخص‌های اقلیمی در استان کردستان

دکتر بهروز سبحانی<sup>۱</sup>، سارا کریم زاده<sup>۲</sup>

### چکیده

هواشناسی کشاورزی آثار عناصر اقلیمی را بر موجودات زنده (گیاه و حیوان) و نیز آثار متقابل جو و خاک را برای حداکثر بهره‌وری از محیط بررسی می‌کنند. هدف این تحقیق، تعیین نواحی آگروکلیمایی براساس شاخص‌های اقلیمی از قبیل برآورد نیازهای آبی، حرارتی و بارش مؤثر کاشت گندم دیم در طول دوره رشد است. در این تحقیق از داده‌های؛ میانگین دمای روزانه، میانگین حداقل و حداکثر دما، بارندگی ماهانه و سالانه، میانگین رطوبت نسبی و تبخیر و تعرق که از ۱۰ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک موجود در استان که آمار طولانی داشتند، تهیه شده است. برای برآورد میزان نیاز آبی و درجه حرارت تراکمی گندم دیم از روش فائو-پنمن-مانتیت استفاده شد. محاسبه توصیفی داده‌ها نشان می‌دهد که، کمترین میزان نیاز آبی در ایستگاه زرینه اباتو ۳۵۲ میلی‌متر و بیشترین آن در ایستگاه‌های مریوان و سنندج هر کدام به ترتیب ۳۸۹ و ۳۸۳ میلی‌متر است و بیشترین مقدار تبخیر و تعرق در ایستگاه‌های سنندج (۲/۴۷ میلی‌متر در روز) و مریوان (۲/۵۲ میلی‌متر در روز) و کمترین آن در ایستگاه‌های زرینه اباتو (۲/۳۶ میلی‌متر در روز) و بانه (۲/۴۳ میلی‌متر در روز) است. ایستگاه‌های مریوان ۷۶۵ میلی‌متر و قروه ۳۱۵ میلی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین میزان بارش مؤثر را به خود اختصاص داده‌اند. با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی داده‌ها به صورت نقطه‌ای در هریک از ایستگاه‌های استان جایگذاری شد و با روش درون‌یابی نقشه‌های مربوط به داده‌های مورد مطالعه تهیه گردید. نتایج تحقیق، نشان می‌دهد حدود ۲۵ درصد از مساحت استان کردستان شامل نواحی شمال غربی و غرب به دلیل دارا بودن نیاز آبی، برای کشت گندم دیم مناسب، ۴۷ درصد از مساحت استان شامل نواحی شرقی شرایط متوسط و ۲۸ درصد از مساحت استان شهرهای قروه و بیجار شرایط نامناسب برای کشت گندم دیم هستند. کلید واژگان: آگروکلیم، استان کردستان، گندم دیم و GIS.

## مقدمه

اقلیم کشاورزی، ارتباط متقابل عناصر اقلیمی را با کشاورزی بررسی می‌کند. هدف آن بررسی اطلاعات آب و هوایی برای افزایش تولید کشاورزی از جنبه کیفی و کمی است (محمدی: ۱۳۸۸، ۹۳). عناصر آب و هوایی در رشد و عملکرد گندم دیم نقش مهمی دارد که بارش سالانه مهمترین متغیر اقلیمی در کشت گندم دیم محسوب می‌شود (رستگار، ۱۳۷۱: ۴۵). از لحاظ نیاز رطوبتی، گندم دیم حداقل به ۳۰۰ میلی‌متر بارش در طول دوره رشد احتیاج دارد (بهنیه ۱۳۷۶: ۶۱۰). هواشناسی کشاورزی دانش هواشناسی را به منظور کمک به استفاده صحیح و منطقی از زمین، تسریع در تولید غذا و دوری از استفاده نادرست از منابع زمینی به خدمت کشاورزی درآورد (محمدی، ۱۳۸۸: ۲۵۳). بنابراین ارکان اصلی توسعه پایدار هر کشور تأمین غذای کافی با توجه به محدودیت منابع است. (کمالی و همکاران، ۱۳۸۷: ۸۹۴). یکی از راه‌های اساسی برای توسعه در کشور، استفاده بهینه از اراضی، متناسب با شرایط اکولوژیک است که لازمه چنین توسعه‌ای شناخت پارامترهای آب و هوایی و اثر آنها روی گیاهان زراعی است (ساری صراف و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۲). از آنجایی که تفکیک مناطق کشت در کشور ما بیشتر بر روش‌های سنتی بوده و پتانسیل اقلیمی - کشاورزی اکثر مناطق کشور در حال حاضر نامعلوم است در این تحقیق سعی بر این است که با توجه به پتانسیل‌های اقلیمی استان کردستان، مناطق مساعد به کشت گندم دیم شناسایی و توصیه‌های لازم که عملاً می‌تواند افزایش عملکرد محصول را بیشتر نماید، ارائه داد.

## پیشینه تحقیق

تلاش برای ارتباط دادن تولیدات کشاورزی به آب و هوا به (زمان) آغاز سازگار کردن گیاهان بر می‌گردد (محمدی، ۱۳۸۸: ۱۱۹). علیزاده و کمالی (۱۳۸۷: ۱۵۰) با مطالعه تبخیر و تعرق، بارندگی مؤثر نیاز آبی گیاهان را محاسبه کرده‌اند. اسدی (۱۳۷۹: ۲۰-۲۵) با

روش پنمن مانیتیت تبخیر و تعرق گیاه مرجع را در ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه نموده و همبستگی معنی‌داری بین تبخیر و تعرق گیاه مرجع و ارتفاع ایستگاه‌ها به دست آوردند. عزیز (۱۳۷۹: ۱۲۳) مقادیر بارش مؤثر را در رابطه با کشت گندم دیم در دشت خرم‌آباد انجام داده‌اند. مظفری (۱۳۸۲: ۱۱۲-۱۱۸) در استان کرمانشاه نقش آستانه‌های حرارتی را در طول دوره رشد گندم تعیین نموده است. فرج زاده و تکلو بیغش (۱۳۸۰: ۳۵) ناحیه‌بندی آگروکلیمایی استان همدان را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تأکید بر گندم دیم و عملکرد آن مشخص نموده‌اند. عزیز (۱۳۸۱: ۲۳-۲۹) ارتباط داده‌های اقلیمی و عملکرد گندم دیم را بررسی کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که بین عملکرد گندم دیم و متغیرهای میزان بارش پاییزه و بهاره و همچنین تعداد روزهای بارانی دوره مرطوب سال ارتباط مستقیم وجود دارد. فرج زاده و آذین (۱۳۸۱: ۷۷-۹۷) مدل‌سازی میزان عملکرد محصول گندم دیم را با توجه به معیارهای اقلیم‌شناسی کشاورزی در استان آذربایجان غربی انجام داده‌اند. عزیز و صفرخانی (۱۳۸۱: ۷۵) ارزیابی خشکسالی را با تأکید بر عملکرد گندم دیم در استان ایلام بررسی و به این نتیجه رسیده‌اند، خشکسالی تأثیر منفی بر عملکرد دارد. عزیز و شائمی (۱۳۸۳: ۷۱-۹۲) ارزیابی تنوع و استعدادهای کشاورزی ایران را به روش پایاداکیس طبقه‌بندی کردند و کل ایستگاه‌های کشور با تحلیل روش مذکور در ۷ گروه، ۱۱ نوع و ۲۱ تیپ خرد اقلیمی قرار گرفتند. سبحانی و رسولی (۱۳۸۴: ۱۱۷) نقش بارندگی را در تعیین مناطق مساعد و تاریخ مناسب برای کشت گندم دیم بر اساس روش هتلینگ محاسبه نموده‌اند. حسین مرادی (۱۳۸۴: ۲۵) تعیین تقویم مناسب کشت گندم دیم در استان ایلام با استفاده از شاخص‌های شروع بارندگی محاسبه نموده است.

اقلیمی آینده استان خراسان رضوی بررسی کرده‌اند. هانگ<sup>۱</sup> (۱۹۹۰: ۱۲۵) بررسی هواشناسی تولید محصول اصلی در چین را مطالعه نموده‌اند. بریگنال و رانسول<sup>۲</sup> (۱۹۹۵: ۱۲۴-۱۵۶) مدلی جهت ارزیابی آثار تغییر عناصر اقلیمی از سالی به سال دیگر روی کشت گندم زمستانه در ولز انگلستان ارائه دادند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش میانگین درجه حرارت از ۱ درجه سانتی‌گراد به ۲ درجه سانتی‌گراد خطر خشکی افزایش یافته و به دلیل افزایش تبخیر و تعرق پتانسیل، طول دوره‌ای که خاک در حد ظرفیت نگهداری است، کاهش می‌یابد. در شرق انگلستان این تغییر به دلیل خشکی، تأثیر تعیین‌کننده‌ای روی پتانسیل کشت گندم زمستانه داشت. سایتا پریا<sup>۳</sup> (۱۹۹۹: ۱۰۴) برای پهنه‌بندی گیاهان زراعی ذرت خوشه‌ای، برنج، گندم و سیب‌زمینی در هند از عناصر و عوامل اقلیمی نظیر: ارتفاع، شیب، نوع خاک، دما، بارندگی، ساعات آفتابی، تبخیر و تعرق و سرعت باد استفاده کرد و با ارزش‌گذاری هر کدام از لایه‌ها در محیط GIS نقشه نهایی مناطق مستعد برای کشت این گیاهان را تهیه کرد. نورود<sup>۴</sup> (۲۰۰۰: ۹۶-۱۰۳) تأثیر پارامترهای اقلیمی را بر روی مناطق کشت گندم دیم بررسی و به این نتیجه رسید که تبخیر و بارندگی نسبت به سایر عناصر اقلیمی بیشترین تأثیر را در مراحل رشد گندم دیم دارند. ویرون و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۴: ۱۸۵-۱۸۲) با بهره‌گیری از مقادیر بارش و دما نواحی مناسب به کشت گندم را در ناحیه پامپاس طبقه‌بندی نموده‌اند. لوبل و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۰۵: ۲۵۰-۲۵۶) برای تعیین مناطق مناسب برای کشت گندم از مقادیر بارش و دما استفاده کرده‌اند. گرتیز و همکاران<sup>۷</sup>

انصاری و داوری (۱۳۸۶: ۴۵) با استفاده از شاخص بارش، نواحی خشک استان خراسان را پهنه‌بندی نموده‌اند. سبحانی و رسولی (۱۳۸۵: ۱۲۲) نقش بارندگی و ارتفاع را در تعیین مناطق مناسب برای کشت گندم دیم در استان اردبیل بررسی و در استان اردبیل ارتفاع نقش مهم در انتخاب محل مناسب برای کاشت دارد. قاسمی و همکاران (۱۳۸۷: ۲۸۱-۲۸۹) پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی را با روش یونسکو و شاخص خشکسالی تعدیل شده در بخشی از استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل انجام داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که مناطقی که با خشکسالی کمتر از ۵٪ است برای کاشت محصول مناسب نیست. کمالی و همکاران (۱۳۸۷: ۸۹۴-۹۰۷) با بهره‌گیری از مقادیر بارندگی و دما، اطلس کاشت گندم دیم در استان زنجان را در محیط GIS تهیه نموده‌اند. کمالی و بازگیر (۱۳۸۷: ۱۱۳-۱۲۱) پیش‌بینی عملکرد گندم دیم را با استفاده از شاخص‌های هواشناسی کشاورزی در برخی از مناطق غرب کشور انجام داده‌اند. شریفیان و هزار جریبی (۱۳۸۹: ۶۵) بررسی نقش داده‌های اقلیمی را از دیدگاه اقلیم کشاورزی در مبارزه با آفات، مطالعه نموده‌اند. کوچکی و کمالی (۱۳۸۹: ۵۷) بررسی تأثیر تغییر اقلیم در تولید گندم دیم را در ایران مطالعه نموده‌اند. یزدان پناه و همکاران (۱۳۸۹: ۳۲) نقش عناصر اقلیمی را بر عملکرد گندم دیم در استان آذربایجان شرقی با استفاده از شبکه‌های عصبی هوشمند مطالعه و به این نتیجه رسیدند که مقادیر بارش و تبخیر و تعرق به ترتیب مهمترین عامل در تعیین عملکرد گندم دیم هستند. ساری صراف و همکاران (۱۳۸۸: ۸-۱۲) با استفاده از مقادیر بارش و دما مناطق مناسب برای کاشت گندم را در استان آذربایجان غربی در محیط GIS تعیین نموده‌اند. اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۰: ۳۵-۵۲) پهنه‌بندی میزان تغییرات اقلیمی را از دیدگاه کشاورزی در دوره

1-Huang

2-Brongall &amp; rounsevell

3-Savt parya

4-Norwood

5-Veron &amp; et al

6-Lobell

7- Geerts and et al

### جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق داده‌های هواشناسی با دوره‌آمری ۱۵ ساله (۱۳۷۵ لغایت ۱۳۹۰) از ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک استان تهیه گردید. بانک اطلاعاتی شامل؛ بارندگی، درجه حرارت، حداکثر و حداقل درجه حرارت، ساعت آفتابی، درجه روز، تبخیر و تعرق که از منابع مختلف هواشناسی جمع‌آوری و محاسبات لازم انجام و در محیط GIS ذخیره شدند. برای محاسبه مقدار درجه-روز از رابطه ۱ استفاده گردید (علیزاده، ۱۳۸۷: ۱۰۵).

$$GDD = \sum_a^b \left[ \left( \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) - T_b \right] \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن  $T_{max}$  حداکثر دمای روزانه برحسب درجه سانتی‌گراد،  $T_{min}$  حداقل دمای روزانه برحسب درجه سانتی‌گراد و  $T_b$  دمای پایه، یعنی پایین‌ترین دمایی است که فرض می‌شود گیاه هیچ رشدی در دمای پایین‌تر از آن ندارد. دمای پایه گندم ۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شده است و در این رابطه  $b$  تاریخ خاتمه مرحله رشد و  $a$  تاریخ شروع مرحله رشد است.

برای برآورد شاخص اختلاف دمایی از رابطه ۲ استفاده شد (علیزاده، ۱۳۸۷).

$$TD = \sum_a^b (T_{max} - T_{min}) \quad \text{رابطه (۲)}$$

این شاخص مقدار تجمعی اختلاف دماهای حداکثر و حداقل روزانه است که  $T_{max}$  دمای حداکثر،  $T_{min}$  دمای حداقل (درجه سانتی‌گراد)،  $a$  تاریخ شروع و  $b$  تاریخ اتمام هر مرحله فنولوژیکی است. در واقع این شاخص اثر نوسان دمای روزانه را که در رشد و میزان عملکرد محصولات مختلف تأثیرگذار است نشان می‌دهد.

مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل با استفاده از روش پنمن مانیتیت محاسبه گردید (علیزاده و کمالی، ۱۳۸۷). با استفاده از داده‌های حاصل از تبخیر و تعرق با روش پنمن مانیتیت ضریب گیاهی (KC) براساس جدول ۱ محاسبه شد.

(۲۰۰۶: ۳۹۹) تهیه نقشه آگروکلیماتیک برای تولید محصول در بولیوی انجام داده‌اند. آرایا<sup>۱</sup> (۲۰۱۰: ۱۰۵۷) طبقه‌بندی هواشناسی کشاورزی به منظور پهنه‌بندی محصولات در نواحی خشک را انجام داده‌اند. تاهان و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۱: ۲۷۵) بررسی مقادیر بارندگی و دما در کشت گندم زمستانه و ذرت تابستان مورد مطالعه قرار داده‌اند. ایکس یو و زانگ<sup>۳</sup> (۲۰۱۳: ۱۰۹) ارزیابی اراضی زمین‌های مناسب را برای کاشت محصول انجام داده‌اند. آکین سی و تورگوت<sup>۴</sup> (۲۰۱۳: ۷۱-۸۲) کاربری زمین‌های مناسب برای کشاورزی را با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی مکان‌یابی نموده‌اند. با توجه به اینکه دیم‌کاری بخش عظیمی از اراضی زراعی کشور به خصوص استان کردستان را به خود اختصاص داده است به این ترتیب، شناسایی مناطق مستعد کشت گندم دیم، با استفاده از داده‌ها و شاخص‌های اقلیمی استخراج شده در مراحل مختلف رشد گیاه و شناسایی متغیرهای تأثیرگذار در هر مرحله و نیز کل دوره رشد، ضروری به نظر می‌رسد.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

استان کردستان با وسعت ۲۹۱۳۷ کیلومتر مربع، حدود ۱/۷ درصد از مساحت کشور را تشکیل می‌دهد. این استان در غرب ایران و در موقعیت جغرافیایی بین ۳۴ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی، قرار دارد (شکل ۱).

جدول ۱: طول دوره رشد ضریب گیاهی گندم

ویژگی محصول گندم	مرحله ابتدایی رشد	مرحله رشد و توسعه گیاه	مرحله میانی	مرحله نهایی	مجموع
طول دوره رشد (روز)	۳۰	۱۱۹	۶۰	۳۱	۲۴۰
ضریب گیاهی	/۱۵	۱/۵۵	۱/۵۵	/۲	۳/۴۵

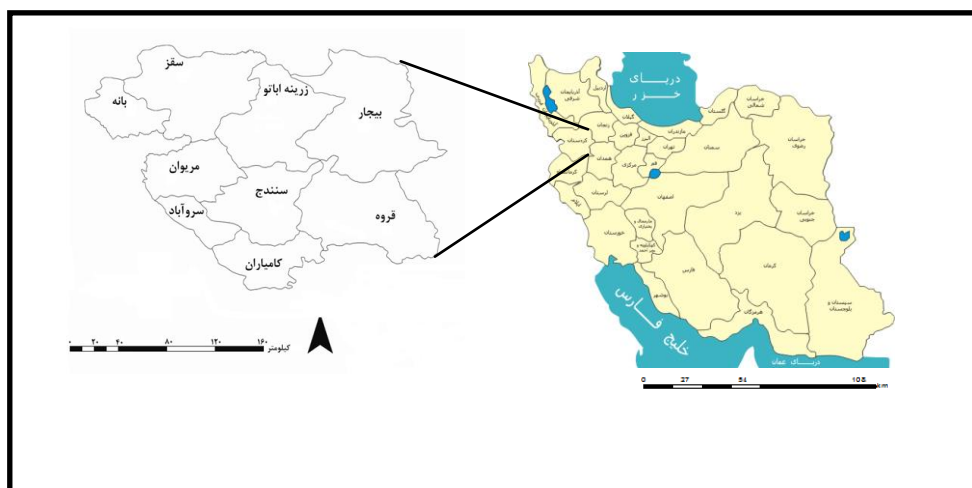
منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳

(مظفری، ۲۰۴:۱۳۸۲). در این مقاله برای محاسبه نیاز آبی از بارش مؤثر استفاده شد.

$$ER = F(1.253 \cdot R_0.824 - 2.932) \cdot 10(0.001 \cdot ETc)$$

ER = بارندگی مؤثر در هر ماه بر حسب میلی‌متر، R = بارش هر ماه بر حسب میلی‌متر

باران مؤثر قسمتی از باران سالیانه یا فصلی است که در محل ریزش به طور مستقیم یا غیر مستقیم (بدون استفاده از پمپاژ و غیر آن) برای تولید محصول، مفید واقع می‌شود. اگر مقدار بارندگی که روی زمین صورت می‌گیرد، مقادیر نفوذ عمقی و رواناب حاصله از آن، کم شود آنچه باقی می‌ماند باران مؤثر است



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳

## یافته تحقیق

### – محاسبه تبخیر و تعرق و نیاز آبی ایستگاه‌ها

محاسبات مربوط به تبخیر-تعرق پتانسیل، ساعات آفتابی، باران مؤثر و نیاز آبی در ماه‌های مختلف سال برای هر یک از ایستگاه‌های منطقه و با استفاده از روش ترکیبی فائو-پنمن مانیتث به کمک نرم‌افزار Crop water انجام شده که نتایج آن در جدول‌ها ۲ تا ۷ ارائه شده است. تعیین نیاز آبی و بارندگی مؤثر توجه به ضریب گیاهی در طول مراحل مختلف رشد محصول به دست آمده است. نتایج این تحلیل نیز در لوله جدول (تبخیر-تعرق، ساعت آفتابی و باران مؤثر ماهانه)

به تفکیک ایستگاه بیان شده است. جدول شماره ۲ ساعات آفتابی، تبخیر و تعرق پتانسیل، بارش واقعی و مؤثر را در ایستگاه سنندج به روش فائو-پنمن مانیتث نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، در رابطه با ساعت آفتابی در این ایستگاه بیشترین مقدار آن، در ماه ژوئن و جولای ۲۶ و ۲۷ و کمترین میزان تابش در ماه ژانویه و دسامبر ۸/۶ و ۸/۲ است. با توجه به تأثیر مستقیم تابش بر افزایش و کاهش میزان تبخیر و تعرق بیشترین و کمترین میزان تبخیر و تعرق در ایستگاه همانند تابش در ماه ژوئن و جولای (۴/۳۷ و ۴/۵۲) و کمترین میزان تبخیر و تعرق در ماه ژانویه و دسامبر

آبی مواجهه شده و نیاز به آبیاری تکمیلی دارد. اما به دلیل بارندگی مناسب در این ایستگاه آبیاری تکمیلی با دو دهه تأخیر در دهه دوم آوریل به میزان اندکی  $2/3$  میلی‌متر شروع شده و در دهه اول ماه می  $19/1$  میلی‌متر به اتمام می‌رسد. با مقایسه نتایج حاصل از نیاز آبی و آبیاری تکمیلی در ایستگاه مذکور می‌توان به این نتیجه رسید که محصول در این دوره از رشد دارای بارندگی و رطوبت کافی بوده و با کم آبی مواجه نخواهد شد و در نتیجه نیاز چندانی به آبیاری تکمیلی نخواهد داشت که دارا بودن این شرایط برای کشت گندم دیم بسیار مناسب خواهد بود. جدول ۶ ساعت آفتابی، تبخیر و تعرق پتانسیل، بارش واقعی و مؤثر ایستگاه بیجار به روش فائو - پنمن - مانیتیت را نشان می‌دهد. میزان ساعت آفتابی در این ایستگاه در ماه‌های ژوئن و جولای ( $26/9$  و  $26/7$ ) به بالاترین میزان و در ماه‌های ژانویه و دسامبر ( $9/4$  و  $8/5$ ) دارای کمترین میزان است. بیشترین میزان تبخیر و تعرق در ایستگاه در ماه‌های ژوئن و جولای ( $4/55$  و  $4/33$ ) و کمترین میزان تبخیر و تعرق در ماه‌های ژانویه و دسامبر ( $1/65$  و  $1/73$ ) است. بیشترین بارندگی مؤثر در این ایستگاه در ماه‌های مارس و آوریل ( $54/2$  و  $54/2$ ) و کمترین بارندگی مؤثر در ماه‌های جولای، آگوست و سپتامبر ( $5/5$  و  $1/6$  میلی‌متر) رخ داده است. جدول ۷ نشان‌دهنده نیاز آبی و آبیاری تکمیلی در ایستگاه بیجار است. بیشترین نیاز آبی در این ایستگاه نیمه سوم ماه مارس  $21/7$  میلی‌متر، ماه آوریل و دهه اول ماه می  $33/7$  میلی‌متر است. نیاز به آبیاری تکمیلی در این ایستگاه از نظر زمانی در نیمه سوم ماه مارس  $2/9$  میلی‌متر آغاز شده و سپس تمام ماه آوریل را شامل می‌شود و دهه اول ماه می  $20/9$  میلی‌متر به پایان می‌یابد. که متقارن با نیاز آبی است. اما نکته قابل توجه این است که نیاز به آبیاری تکمیلی با وجود اینکه در ابتدای دوره میانی رشد کمتر احساس می‌شود اما با گذشت دهه‌های اولی میانی رشد رفته‌رفته این نیاز بیشتر شده به صورتی که در دهه پایانی که از زمان‌های مهم دوره رشد است این نیاز افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کند که برای کشت محصول دیم چندان رضایت‌بخش نیست.

( $0/7$  و  $1/72$ ) را نشان می‌دهد. بیشترین بارندگی مؤثر در این ایستگاه در ماه‌های مارس و آوریل ( $69/8$  و  $63/7$ ) و کمترین بارندگی مؤثر در ماه آگوست و سپتامبر ( $1/5$  و  $1/8$ ) اتفاق افتاده است. جدول ۳ نشان‌دهنده نیاز آبی و آبیاری تکمیلی در ایستگاه سنندج است. با توجه به این که هر چه از زمان کشت گندم دیم به دوره پایانی نزدیک می‌شویم نیاز آبی بیشتر شده و از طرف دیگر در این دوره رشد محصول با افزایش دما مواجه می‌شود و به تبع نیاز آبی محصول نیز افزایش پیدا می‌کند به طوری که در ایستگاه مذکور نیاز آبی شامل پنج دهه است، که از دهه سوم ماه مارس  $22$  میلی‌متر آغاز می‌شود و در ادامه تمام ماه آوریل را شامل می‌شود و در دهه اول ماه می  $34/7$  میلی‌متر با اتمام دوره میانی رشد به پایان می‌رسد. با وجود شرایط نسبتاً مساعد این ایستگاه به دلیل دارا بودن رطوبت نسبتاً کافی در دوره میانی رشد نیاز به آبیاری تکمیلی با یک دهه تأخیر در دهه اول آوریل  $16$  میلی‌متر آغاز شده و با اتمام دوره در دهه اول ماه می  $19/5$  میلی‌متر به پایان می‌رسد. جدول ۴ ساعت آفتابی ماهانه تبخیر و تعرق پتانسیل، بارش واقعی و مؤثر در ایستگاه بانه را به روش فائو - پنمن - مانیتیت را نشان می‌دهد. در ایستگاه مورد مطالعه ماه‌های ژوئن و جولای ( $27/3$  و  $26/4$ ) بالاترین میزان و در ماه‌های ژانویه و دسامبر ( $8/5$  و  $7/4$ ) کمترین میزان تابش دیده می‌شود. بیشترین میزان تبخیر و تعرق در ایستگاه در ماه‌های ژوئن و جولای ( $4/54$  و  $4/33$ ) و کمترین میزان تبخیر و تعرق در ماه‌های ژانویه و دسامبر ( $1/66$  و  $1/67$ ) است. بیشترین بارندگی مؤثر در این ایستگاه در ماه‌های ژانویه و دسامبر ( $10/15$  و  $98/1$  میلی‌متر) و کمترین بارندگی مؤثر در ماه‌های آگوست و سپتامبر ( $1/4$  و  $1/1$  میلی‌متر) رخ داده است. جدول ۵ نیاز آبی و آبیاری تکمیلی در ایستگاه بانه را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج جدول فوق دوره میانی رشد از دهه سوم ماه مارس  $23/3$  میلی‌متر شروع شده، در دهه اول ماه می  $34/3$  میلی‌متر به پایان می‌رسد. از طرفی با توجه به این که بیشترین بارندگی مورد نیاز این محصول در این دوره از سال رخ می‌دهد اگر بارندگی صورت نگیرد، محصول با کم

جدول ۲: تبخیر- تعرق پتانسیل، ساعت آفتابی و باران مؤثر در ماه‌های مختلف در ایستگاه سنندج

شخص	ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	میانگین
میزان ساعت آفتابی $MJ / m^2 / day$	۸/۶	۱۱/۲	۱۵/۵	۱۸/۸	۲۳/۴	۲۷/۲	۲۶/۶	۲۴/۴	۲۰/۳	۱۵/۱	۱۰/۳	۸/۲	۱۷/۵	
تبخیر- تعرق پتانسیل روزانه ( $ET_o$ )	۰/۷	۰/۹۵	۱/۶	۲/۵۶	۳/۵۹	۴/۳۸	۴/۵۲	۴/۱۷	۳/۱۷	۲/۰۵	۱/۱۴	۰/۷۲	۲/۴۷	
بارندگی مؤثر ماهانه (mm)	۵۸/۲	۵۴/۲	۶۹/۸	۶۳/۷	۳۵/۷	۲	۱	۰/۵	۰/۸	۲۳/۶	۵۲/۶	۵۰/۲	۴۱۲/۳	

منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳

جدول ۳: نیاز آبی روزانه - دهه‌ای، نیاز آبیاری و باران مؤثر در ایستگاه سنندج

ماه	دهه	مراحل رشد گیاه	ضریب گیاهی Kc	نیاز آبی mm/day	نیاز آبی mm/dec	باران مؤثر mm/dec	نیاز آبیاری mm/dec
اکتبر	۱	ابتدایی	۰/۱۵	۰/۳۶	۰/۴	۰/۵	۰/۴
اکتبر	۲	ابتدایی	۰/۱۵	۰/۳۱	۰	۷/۶	۰
اکتبر	۳	ابتدایی	۰/۱۵	۰/۲۶	۰	۱۰/۹	۰
نوامبر	۱	توسعه	۰/۱۵	۰/۲۲	۰	۱۵/۳	۰
نوامبر	۲	توسعه	۰/۲	۰/۲۳	۰	۱۹	۰
نوامبر	۳	توسعه	۰/۲۶	۰/۲۷	۰	۱۸/۲	۰
دسامبر	۱	توسعه	۰/۳۳	۰/۲۸	۰	۱۶/۷	۰
دسامبر	۲	توسعه	۰/۴	۰/۲۹	۰	۱۶/۳	۰
دسامبر	۳	توسعه	۰/۴۷	۰/۳۳	۰	۱۷/۳	۰
ژانویه	۱	توسعه	۰/۵۴	۰/۳۷	۰	۱۸/۹	۰
ژانویه	۲	توسعه	۰/۶	۰/۴	۰	۲۰	۰
ژانویه	۳	توسعه	۰/۶۷	۰/۵۱	۰	۱۹/۳	۰
فوریه	۱	توسعه	۰/۷۴	۰/۶۳	۰	۱۷/۹	۰
فوریه	۲	توسعه	۰/۸۱	۰/۷۶	۰	۱۷/۲	۰
فوریه	۳	توسعه	۰/۸۷	۰/۸۳	۰	۱۹/۲	۰
مارس	۱	توسعه	۰/۹۳	۰/۹۳	۰	۲۲/۲	۰
مارس	۲	توسعه	۰/۹۹	۰/۹۹	۰	۲۴/۳	۰
مارس	۳	میانی	۱/۰۵	۲/۰۷	۰	۲۳/۲	۰
آوریل	۱	میانی	۱/۰۷	۲/۴۲	۱/۶	۲۲/۶	۱/۶
آوریل	۲	میانی	۱/۰۷	۲/۷۳	۵/۱	۲۲/۲	۵/۱
آوریل	۳	میانی	۱/۰۷	۳/۱	۱۲/۲	۱۸/۸	۱۲/۲
می	۱	میانی	۱/۰۷	۳/۴۷	۱۹/۵	۱۵/۲	۱۹/۵
می	۲	پایانی	۱/۰۵	۳/۷۷	۲۵/۶	۱۲/۱	۲۵/۶
می	۳	پایانی	۰/۹	۳/۴۷	۲۹/۹	۸/۳	۲۹/۹
ژوئن	۱	پایانی	۰/۷۳	۲/۹۸	۲۷/۸	۲	۲۷/۸
ژوئن	۲	پایانی	۰/۵۶	۲/۴۴	۲۴/۴	۰	۲۴/۴
ژوئن	۳	پایانی	۰/۳۹	۱/۷۳	۱۷/۳	۰/۱	۱۷/۳
جولای	۱	پایانی	۰/۲۵	۱/۱۲	۷/۴	۰/۳	۷/۴
مجموع					۱۷۱/۱	۴۰۵/۷	۳۸۳/۳

منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳

جدول ۴: تبخیر - تعرق پتانسیل، میزان تابش و باران مؤثر در ماه‌های مختلف در ایستگاه بانه

شاخص	ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	میانگین
میزان تابش $MJ / m^2 / day$		۸/۵	۱۰/۶	۱۵/۲	۲۲/۴	۲۷/۳	۲۶/۷	۲۶/۴	۲۳/۳	۱۷/۷	۱۲/۱	۹/۳	۷/۴	۱۷/۲
تبخیر-تعرق پتانسیل ( $ET_o$ )		۰/۶۶	۰/۹۰	۱/۶۶	۲/۹۵	۳/۶	۴/۳۳	۴/۵۴	۴/۰۳	۲/۸۸	۱/۸۹	۱/۰۷	۱/۶۷	۲/۴۳
بارندگی مؤثر (mm)		۱۰۱/۵	۹۰	۸۱/۳	۷۷/۸	۳۲/۹	۳/۳	۲/۴	۱/۴	۱/۱	۱۵/۶	۷۳/۴	۹۸/۱	۵۷۷/۶

منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳

جدول ۵: نیاز آبی روزانه - دهه‌ای، نیاز آبیاری و باران مؤثر در ایستگاه بانه

ماه	دهه	مراحل رشد گیاه	ضریب گیاهی Kc	نیاز آبی mm/day	نیاز آبی mm/dec	باران مؤثر mm/dec	نیاز آبیاری mm/dec
اکتبر	۱	ابتدایی	۰/۱۵	۰/۳۳	۰/۳	۰/۲	۰/۳
اکتبر	۲	ابتدایی	۰/۱۵	۰/۲۸	۰	۳/۱	۰
اکتبر	۳	ابتدایی	۰/۱۵	۰/۲۴	۰	۱۰/۳	۰
نوامبر	۱	توسعه	۰/۱۵	۰/۲	۰	۱۹/۱	۰
نوامبر	۲	توسعه	۰/۲	۰/۲۱	۰	۲۶	۰
نوامبر	۳	توسعه	۰/۲۶	۰/۲۴	۰	۲۸/۲	۰
دسامبر	۱	توسعه	۰/۳۲	۰/۲۶	۰	۳۰/۶	۰
دسامبر	۲	توسعه	۰/۳۹	۰/۲۶	۰	۳۳/۶	۰
دسامبر	۳	توسعه	۰/۴۵	۰/۳	۰	۳۳/۷	۰
ژانویه	۱	توسعه	۰/۵۲	۰/۳۵	۰	۳۳/۹	۰
ژانویه	۲	توسعه	۰/۵۸	۰/۳۹	۰	۳۴/۵	۰
ژانویه	۳	توسعه	۰/۶۵	۰/۴۸	۰	۳۳	۰
فوریه	۱	توسعه	۰/۷۱	۰/۵۹	۰	۳۱/۲	۰
فوریه	۲	توسعه	۰/۷۷	۰/۷	۰	۲۹/۹	۰
فوریه	۳	توسعه	۰/۸۳	۰/۹۶	۰	۲۹	۰
مارس	۱	توسعه	۰/۸۹	۱/۲۶	۰	۲۷/۹	۰
مارس	۲	توسعه	۰/۹۸	۱/۵۸	۰	۲۶/۹	۰
مارس	۳	میانی	۱/۰۱	۲/۱۲	۰	۲۶/۶	۰
آوریل	۱	میانی	۱/۰۲	۲/۵۸	۰	۲۷/۶	۰
آوریل	۲	میانی	۱/۰۲	۳/۰۲	۲/۳	۲۷/۹	۲/۳
آوریل	۳	میانی	۱/۰۲	۳/۲۴	۱۰/۲	۲۲/۲	۱۰/۲
می	۱	میانی	۱/۰۲	۳/۴۶	۱۹/۱	۱۵/۵	۱۹/۱
می	۲	پایانی	۱/۰۱	۳/۶۳	۲۶	۱۰/۳	۲۶
می	۳	پایانی	۰/۸۶	۳/۳۲	۲۹/۳	۷/۲	۲۹/۳
ژوئن	۱	پایانی	۰/۷	۲/۸۴	۲۵/۴	۳/۲	۲۵/۴
ژوئن	۲	پایانی	۰/۵۴	۲/۳۴	۲۳/۴	۰	۲۳/۴
ژوئن	۳	پایانی	۰/۳۸	۱/۶۳	۱۶/۵	۰/۳	۱۶/۵
جولای	۱	پایانی	۰/۲۵	۱/۱۱	۶/۸	۰/۶	۶/۸
مجموع					۱۵۹/۴	۵۷۲/۴	۳۷۸

منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳



جدول ۶: تبخیر- تعرق پتانسیل، میزان تابش و باران مؤثر در ماه‌های مختلف در ایستگاه بیجار

شاخص	ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	میانگین
میزان تابش $MJ / m^2 / day$		۹/۴	۱۲/۲	۱۶/۲	۱۹/۴	۲۴/۳	۲۶/۹	۲۶/۷	۲۴/۶	۲۰/۹	۱۵/۳	۱۰/۴	۸/۵	۱۷/۹
تبخیر-تعرق پتانسیل ( $ET_o$ )		۱/۶۵	۱/۹۱	۱/۶۱	۲/۵۶	۳/۶	۴/۳۳	۴/۵۵	۴/۱۷	۳/۱۹	۲/۰۴	۱/۱۱	۰/۷۳	۲/۴۵
بارندگی مؤثر ( $mm$ )		۳۵/۷	۳۲/۲	۵۴/۲	۵۴/۲	۳۰/۴	۵/۵	۵	۵	۱/۶	۲۱/۲	۳۸/۳	۸/۳۴	۳۱۸/۱

منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳

جدول ۷: نیاز آبی روزانه - دهه‌ای، نیاز آبیاری و باران مؤثر در ایستگاه بیجار

ماه	دهه	مراحل رشد گیاه	ضریب گیاهی Kc	نیاز آبی $mm/day$	نیاز آبی $mm/dec$	باران مؤثر $mm/dec$	نیاز آبیاری $mm/dec$
اکتبر	۱	ابتدایی	۱/۱۵	۱/۳۶	۱/۴	۱/۵	۱/۴
اکتبر	۲	ابتدایی	۱/۱۵	۱/۳۱	۰	۷/۲	۰
اکتبر	۳	ابتدایی	۱/۱۵	۱/۲۶	۰	۹	۰
نوامبر	۱	توسعه	۱/۱۵	۱/۲۲	۰	۱۱/۵	۰
نوامبر	۲	توسعه	۱/۲	۱/۲۲	۰	۱۳/۷	۰
نوامبر	۳	توسعه	۱/۲۷	۱/۲۶	۰	۱۳	۰
دسامبر	۱	توسعه	۱/۳۳	۱/۲۸	۰	۱۱/۹	۰
دسامبر	۲	توسعه	۱/۴	۱/۲۸	۰	۱۱/۵	۰
دسامبر	۳	توسعه	۱/۴۷	۱/۳۲	۰	۱۱/۶	۰
ژانویه	۱	توسعه	۱/۵۴	۱/۳۵	۰	۱۱/۹	۰
ژانویه	۲	توسعه	۱/۶	۱/۳۸	۰	۱۲	۰
ژانویه	۳	توسعه	۱/۶۷	۱/۴۸	۰	۱۱/۶	۰
فوریه	۱	توسعه	۱/۷۴	۱/۵۹	۰	۱۰/۳	۰
فوریه	۲	توسعه	۱/۸۱	۱/۷۱	۰	۹/۵	۰
فوریه	۳	توسعه	۱/۸۷	۱/۹۶	۰	۱۲/۴	۰
مارس	۱	توسعه	۱/۹۳	۱/۲۴	۰	۱۶/۳	۰
مارس	۲	توسعه	۱/۹۹	۱/۵۵	۰	۱۹/۱	۰
مارس	۳	میانی	۱/۰۵	۱/۹۷	۲/۹	۱۸/۷	۲/۹
آوریل	۱	میانی	۱/۰۷	۲/۳۲	۴/۴	۱۸/۸	۴/۴
آوریل	۲	میانی	۱/۰۷	۲/۶۵	۷/۳	۱۹/۲	۷/۳
آوریل	۳	میانی	۱/۰۷	۳/۰۱	۱۳/۹	۱۶/۲	۱۳/۹
می	۱	میانی	۱/۰۷	۳/۳۷	۲۰/۹	۱۲/۸	۲۰/۹
می	۲	پایانی	۱/۰۵	۳/۶۷	۲۶/۶	۱۰/۱	۲۶/۶
می	۳	پایانی	۱/۹	۳/۳۷	۲۹/۷	۷/۴	۲۹/۷
ژوئن	۱	پایانی	۱/۷۳	۲/۸۹	۲۵	۳/۹	۲۵
ژوئن	۲	پایانی	۱/۵۶	۲/۳۶	۲۲/۹	۱/۷	۲۲/۹
ژوئن	۳	پایانی	۰/۳۹	۱/۷	۱۵/۹	۱/۱	۱۵/۹
جولای	۱	پایانی	۱/۲۵	۱/۱۱	۶/۱	۱/۲	۶/۱
مجموع					۷۶	۳۰۳/۱	۳۶۹/۸

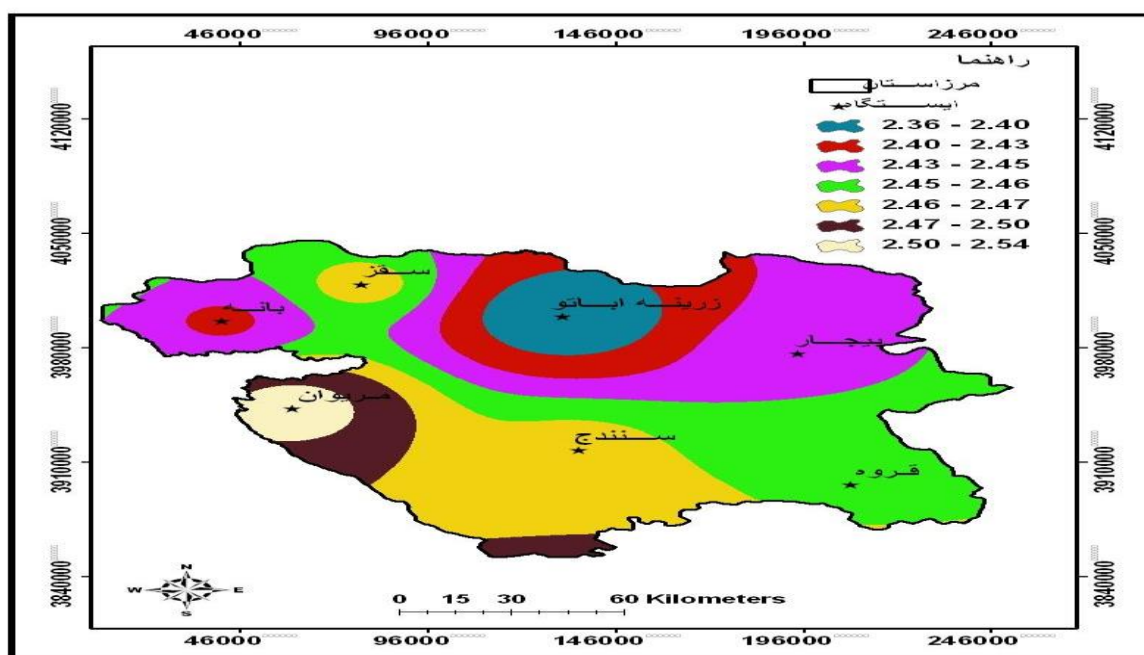
منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳

### - بررسی شاخص‌های مؤثر بر کشت گندم دیم

#### تبخیر و تعرق

عوامل مؤثر در تبخیر - تعرق از قبیل؛ ساعت آفتابی، درجه حرارت هوا، سرعت باد است. براساس تحلیل داده‌های مذکور، حداکثر میزان تبخیر و تعرق در ماه جولای و حداقل آن در ماه ژانویه رخ داده است، چنانچه در شکل ۲ نشان داده شده

میزان تبخیر و تعرق در سطح استان کردستان نسبتاً پایین بوده و کمترین میزان تبخیر مربوط به قسمت‌های شمالی، شمال شرق و غرب استان در ایستگاه‌های زرینه اباتو و بانه است که در مجموع ۶۳ درصد منطقه (معادل ۱۶۸۰ کیلومتر مربع) از استان را پوشش می‌دهد.



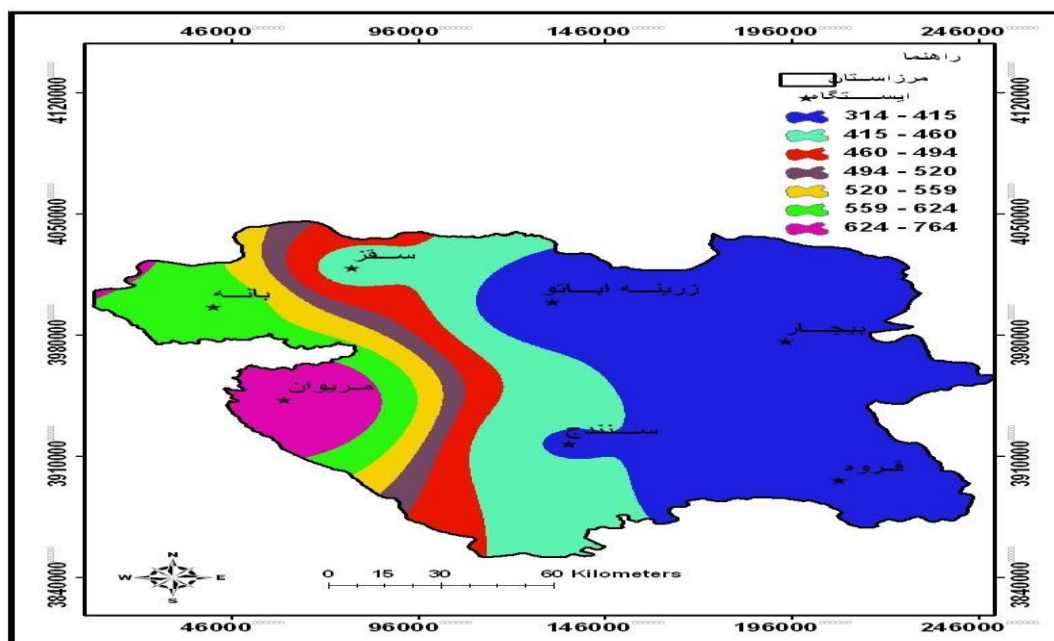
شکل ۲: تبخیر و تعرق پتانسیل ETO

منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳

#### بارندگی مؤثر

مقادیر بارندگی مؤثر ماهانه در ایستگاه‌ها بیانگر این واقعیت است که ماه‌های ژانویه، فوریه و مارس، بیشترین باران مؤثر و کمترین آن در ماه‌های گرم سال مربوط به ماه‌های

می، ژوئن و جولای است. با توجه به شکل ۳ مناطق شمالی و غرب و شمال غربی در ایستگاه‌های بانه و مریوان با ۲۰ درصد (معادل ۸۰۰ کیلومتر مربع) بیشترین مقدار باران مؤثر را دارند.



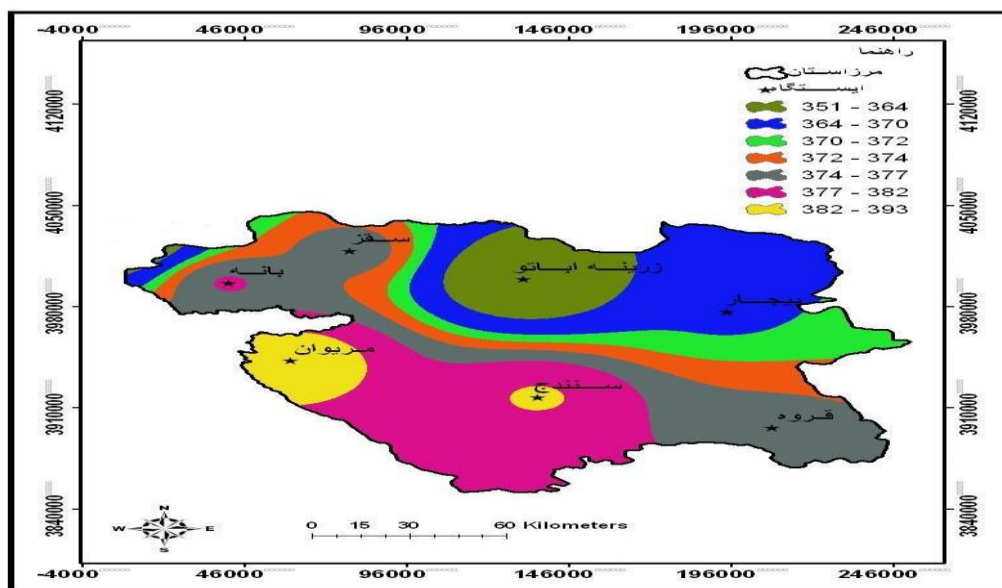
شکل ۳: باران مؤثر ماهانه

منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳

### نیاز آبی

حساس نبوده ولی احتیاط لازم ایجاد می‌نماید که کشاورزان منطقه حساسیت آن را مدنظر قرار دهند. نیاز آبی در ایستگاه زرینه اباتو (۳۵۲/۲ میلی‌متر) به لحاظ دریافت بارش سالانه مناسب و نحوه توزیع آن، همچنین تبخیر و تعرق پایین (۲/۳۶ میلی‌متر) در طول فصل رشد محصول، کمترین میزان را در بین تملی ایستگاه‌ها دارا است. این موضوع را می‌توان به خوبی از شکل (۴) نیاز آبی در سطح منطقه مورد مطالعه به خوبی دریافت نمود. همانگونه که ملاحظه می‌شود مناطق شمال غرب، شرق و مناطق مرکزی استان از نظر عناصر اقلیم - کشاورزی بهترین شرایط را جهت دیم خیزی به خود اختصاص داده‌اند. در نقشه نیاز آبی نیز مشاهده می‌کنیم که مناطق مذکور دارای کمترین میزان نیاز آبی در سطح منطقه نسبت به مناطق دیگر است. به نظر می‌رسد که نیاز شدید آبی در ایستگاه روانسر در محدوده جنوبی استان قابل توجه است. همچنین ایستگاه‌های سنندج و مریوان هم می‌توانند از نظر آب مصرفی گیاه در سطح استان قابل توجه باشد.

آب مصرفی گیاه در ایستگاه‌های مورد مطالعه از دهه سوم ماه می تا اواخر طول دوره رشد و در اکثر ایستگاه‌ها نسبتاً قابل توجه است. به عنوان نمونه آب مصرفی گیاه در ایستگاه‌های بانه، مریوان، سنندج و روانسر که به عنوان ایستگاه کمکی و نقطه نشانه برای پهنه‌بندی عناصر اقلیم - کشاورزی مورد واسنجی قرار گرفته است که حاکی از طول دوره رشد طولانی در ایستگاه‌های استان است که نیاز آبی آنها از دهه سوم ماه می تا اواسط ماه جولای احساس شده و نیاز به مختصر آبیاری جهت پر شدن دانه در این فصل از سال (فصل بهار) احساس می‌شود که بروز خشکسالی‌ها با همه پیلدهای خود تکرارپذیر بوده و می‌تواند خساراتی را به محصولات دیم در منطقه وارد نماید. لذا توصیه می‌شود که کشاورزان نسبت به آب مصرفی در فصل رشد خصوصاً حساسیت محصول در دوره آخر رشد جهت تلمین آب مصرفی توجه لازم را مبذول نمایند. گرچه این امر (نیاز آبی خیلی شدید) در منطقه براساس بررسی حاضر چندان



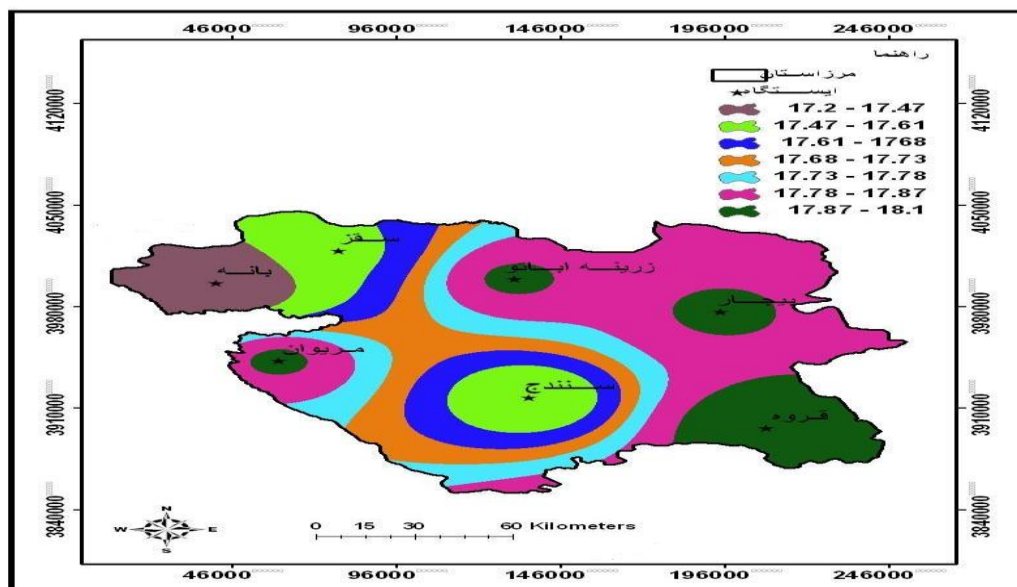
شکل ۴: مجموع نیاز آبی در منطقه مورد مطالعه

منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳

### ساعت آفتابی

اساساً از نظر تابش ماهانه، تبخیر و تعرق پتانسیل، باران مؤثر و نیاز آبی به روش پنمن - فائو بیشترین تابش ماهانه متعلق به ماه ژوئن و مربوط به ایستگاه قروه و روانسر با میزان ۱۸ و ۱۸/۱ و کمترین آن متعلق به ماه ژانویه و مربوط به ایستگاه بانه با ۱۷/۲ است. بیشترین بارش مؤثر ماهانه در ماه ژانویه رخ داده که به ترتیب مربوط به ایستگاه میریوان، بانه و سردشت با (۷۶۴/۹-۵۷۷/۶-۷۰۰) میلی‌متر و کمترین

میزان متعلق به ایستگاه قروه با ۳۱۴/۸ میلی‌متر در ماه‌های مورد نظر است. چنانچه از شکل (۵) مربوط به ساعت آفتابی نیز ملاحظه می‌شود مناطق با تابش بالا در تملی سطوح استان پراکنده هستند که در مجموع مناطق شمال شرق و شرق استان میزان ساعت آفتابی بیشتری را نسبت به سایر مناطق استان دریافت می‌نمایند که در مجموع ۴۹ درصد (معدل ۲۸۸۰ کیلومتر مربع) را پوشش می‌دهند.



شکل ۵: ساعت آفتابی در منطقه مورد مطالعه

منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳

پتانسیل‌های اقلیمی در عرصه‌های مختلف برنمه‌ریزی‌های کاربردی متفوت‌تر از سایر استان‌های کشور باشد و با به کارگیری داده‌های بارش، دما، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی، بررسی شاخص‌های مؤثر در کشت گندم دیم از جمله دستیابی به میزان نیاز آبی و آبیاری، باران مؤثر و تبخیر و تعرق پرداخته شده است. سپس با بهره‌گیری از روش همپوشانی در سلمانة اطلاعات جغرافیایی تحلیل‌های مربوط انجام گرفت. در نهایت نقشه نهایی مناطقی با استعداد اقلیمی کشاورزی کشت گندم دیم در استان کردستان شناسایی گردید. این مقدار نیاز آبی در فصل بهار و در مرحله پرشدن دانه کلاً ملموس بوده و میزان تبخیر و تعرق با توجه به ورود به دوره گرم باعث افزایش نیاز آبی گردید. پس از بررسی‌های به عمل آمده و تأثیر شاخص‌های مؤثر بر کشت گندم دیم مشخص شد که از نظر تبخیر و تعرق به روش فائو مقدار تبخیر و تعرق روزانه در ایستگاه زربنه اباتو با ۲/۳۶ کمترین و در ایستگاه‌های سنندج، قروه و مریوان با ۲/۴۷، ۲/۴۷ و ۲/۵۲ میلی‌متر بیشترین میزان تبخیر و تعرق شناخته شدند. نتایج پهنه‌بندی مجموع تبخیر و تعرق حاکی از این امر است که مناطق شمالی، شمال غرب و شرق استان دارای کمترین

نقشه باران مؤثر هم‌گواه این موضوع است که مناطقی که دارای بارش سالانه بیشتری هستند از باران مؤثر قابل توجه‌تری نسبت به مناطق دیگر استان برخوردار است. این واقعیت را می‌توان در مناطق غربی و شمال غربی استان به وضوح مشاهده نمود. با وجود این، به نظر می‌رسد با توجه به تحلیل‌های انجام گرفته مناطقی که از نظر تبخیر و تعرق پایین باشد و میزان تابش مطلوب بوده و دریافت بارش سالانه و توزیع آن در سطح منطقه یکنواخت باشد از هر نظر شرایط مطلوب کشت گندم دیم را دارا هستند با تفاسیر صورت گرفته می‌توان دریافت که مناطق غربی و شمال غربی استان کردستان احتمال موفقیت بهتری در زمینه کشت گندم دیم دارا هستند.

### نتیجه‌گیری

موقعیت جغرافیایی استان کردستان و شرایط و توانمندی‌های طبیعی آن باعث شکل‌گیری فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری مرتبط با آن شده است. شناسایی نواحی متفوت اقلیمی استان با توجه به گستردگی و ناهمگونی طبیعی باعث می‌شود که این استان از نظر

لصاری، حسین؛ کامران، داوری (۱۳۸۶)، پهنه‌بندی دوره خشک با استفاده از شاخص بارندگی استاندارد شده در محیط GIS مطالعه موردی: استان خراسان. پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۰.

بهنیه، محمدرضا (۱۳۷۶)، غلات سردسیری تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

محمدی، حسین مرادی، (۱۳۸۴)، تعیین تقویم مناسب کشت گندم دیم در استان ایلام با استفاده از شاخص شروع بارندگی. پژوهش جغرافیایی، شماره ۵۱.

رستگار، محمدعلی (۱۳۷۱)، دیمکاری، انتشارات برهمند.

اسماعیلی، رضا؛ گندمکار، امیر؛ غیور، حسنعلی (۱۳۹۰)، پهنه‌بندی میزان تغییرات اقلیمی از دیدگاه کشاورزی در دوره اقلیمی آینده. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۴۱.

ساری صراف، بهروز؛ بازگیر، سعید؛ محمدی، غلامحسین (۱۳۸۸)، پهنه‌بندی پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی. جغرافیا و توسعه، شماره ۱۵.

سبحانی، بهروز؛ علی اکبر، رسولی (۱۳۸۴)، نقش بارندگی در تعیین مناطق مساعد و تاریخ مناسب کشت گندم دیم در استان اردبیل. تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۸.

سبحانی، بهروز؛ علی اکبر، رسولی (۱۳۸۴)، نقش بارندگی و ارتفاع در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم با استفاده از GIS در استان اردبیل. مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۵.

شرفیان، حسین؛ بوطالب، هزارجریبی (۱۳۸۹)، اصول عملیات هوا و اقلیم‌شناسی از دیدگاه کشاورزی، انتشارات آژند، گرگان.

عزیزی، قاسم؛ اکبر، شلمی (۱۳۸۳)، ارزیابی تنوع و استعدادهای کشاورزی ایران به روش پایاداکسیس پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۹.

عزیزی، قاسم؛ عزت اله، صفرخانی، (۱۳۸۱)، ارزیابی خشکسالی و تأکید آن بر عملکرد گندم دیم در استان ایلام با تأکید بر خشکسالی‌های اخیر. شماره ۲.

عزیزی، قاسم (۱۳۸۲)، بررسی ارتباط پارامترهای اقلیمی و عملکرد گندم دیم با استفاده از مدل رگرسیونی (منطقه موردی دشت سیلاخور). پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۴.

عزیزی، قاسم (۱۳۷۹)، برآورد بارش مؤثر در رابطه با کشت گندم دیم در دشت خرم‌آباد. شماره ۳۹.

مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل است که در مجموع ۶۳ درصد منطقه (معدل ۱۶۸۰ کیلومتر مربع) از استان را پوشش می‌دهد. از نظر نیاز آبی اکثر ایستگاه‌ها نیاز آبی شدیدی را احساس نمی‌کنند. تنها ایستگاه روانسر در برآورد و ارزیابی صورت گرفته شرایط نامناسبی را از حیث بارش سالانه به عنوان ایستگاه کمکی از نظر تأمین نیاز آبی، با مشکل مواجه است. کمترین میزان نیاز آبی مربوط به ایستگاه زرینه اباتوبا (۳۵۲/۲ میلی‌متر) است. از نظر تابش ماهانه و باران مؤثر به روش پمنن-فانو بیشترین تابش ماهانه متعلق به ماه ژوئن و مربوط به ایستگاه قروه و روانسر با میزان ۱۸ و ۱۸/۱ و کمترین آن متعلق به ماه ژانویه و مربوط به ایستگاه بانه با ۱۷/۲ است. بیشترین بارش مؤثر ماهانه در ماه ژانویه رخ داده که به ترتیب مربوط به ایستگاه مریوان، بانه و سردشت با (۷۶۴/۹-۵۷۷/۶-۷۰۰) میلی‌متر و کمترین میزان متعلق به ایستگاه قروه با (۳۱۴/۸) میلی‌متر در ماه‌های مورد نظر است. چنانچه از نقشه مورد نظر مربوط به تابش ماهانه ملاحظه می‌شود مناطق جنوب و غرب است آن میزان تابش ماهانه بیشتری را نسبت به سایر مناطق استان را دریافت می‌نمایند. نقشه باران مؤثر هم گواه این موضوع است که مناطقی که بارش سالانه بیشتری دارند از باران مؤثر قابل توجه‌تری نسبت به مناطق دیگر استان برخوردار است. این واقعیت را می‌توان در مناطق غربی و شمال غربی استان به وضوح مشاهده نمود. بنابراین بارندگی سالیانه در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه جوابگوی نیاز آبی کشت گندم دیم است و با استناد به میزان تبخیر و تعرق پتانسیل و نیاز آبی (آب مصرفی گیاه) ارتباط مناسبی بین بارش سالانه و کشت گندم دیم از نظر مکانی بین ایستگاه‌های مورد مطالعه مشاهده می‌گردد.

## منابع

اسدی، حسین، (۱۳۷۹)، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور پهنه‌بندی داده‌های نیاز آبی گیاهان (مطالعه موردی استان خوزستان). مجله خاک و آب ویژه‌نامه آبیاری، جلد ۱۲، شماره ۱۰.

- semi arid, Agricultural and forest meteorology, no 15.
- Bringall A.P., and Rounsevell M.D.A, (1995). Land evaluation modeling to asses the effects of climate change on winter wheat potential in England and wales , journal of Agricultural science , 124.
- Geerts, S. and et al , ( 2006 ). Agro-climatic suitability mapping for crop production in the Bolivian Altiplano: case study for quinoa, Agricultural and forest meteorology, no 139.
- Hung ,Shou , (1990) Agroclimatology of major fruit production in china :a review of current , Agricultural and forest meteorology, NO 125.
- Lobell, D,(2005). Analysis of wheat yield and climate trend in mexico, Field crops research, No. 94.
- Norwood, C,(2000). A dry land winter wheat as affected by previous crop, Agronomy Journal.
- Sahu, D. D,(2003). Agrometeorology and remote sensing. Agrobios, India.
- Sayta, Parya ,(1999). GIS – Based Spatial Crops yield Modeling , [http:// www. GIS dereloment . net](http://www.GISdereloment.net)
- Thanh, T, N. and et al, ( 2011 ). Temperature and precipitation suitability evaluation for the winter wheat and summer maize cropping system in the Huany –Hvai- Hai plain of China, Agricultural sciences in China, no 10.
- Veron, Santago R. and et al, (2004). internaltionalvaviability of wheat yield in the Navigating pamps daring the 20<sup>th</sup> Century. Agricultural Ecosystem and Environment .
- Xu, E. and Zhang, H, ( 2013 ). Spatially – explicit sensitivity analysis for land suitability evaluation, Applied Geography, no 45.
- تعیین نواحی آگروکلیمایی کشت گندم دیم بر مبنای شاخص‌های ....  
 غلامعلی، کمالی؛ سعید، بازگیر (۱۳۸۷). پیش‌بینی عملکرد گندم دیم با استفاده از شاخص‌های هواشناسی کشاورزی در برخی از مناطق غرب کشور. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۲.
- علیزاده، امین؛ غلامعلی کمالی (۱۳۸۷)، نیاز آبی گیاهان در ایران. دانشگاه امام رضا (ع) مشهد، چاپ دوم.
- فرج‌زاده اصل، منوچهر؛ عباس، تکلوییغش (۱۳۸۰)، ناحیه‌بندی آگروکلیمایی استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تأکید بر گندم دیم. پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۱.
- فرج‌زاده، منوچهر؛ آذر، زرین (۱۳۸۱)، مدل‌سازی میزان عملکرد محصول گندم دیم با توجه به معیارهای اقلیم‌شناسی کشاورزی در استان آذربایجان غربی. مجله مدرس علوم انسانی، دوره ۶ شماره ۲.
- قاسمی، وحیدرضا و همکاران (۱۳۸۷)، پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی با روش یونسکو و شاخص تعدیل شده در بخشی از استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل. مجله علوم کشاورزی ایران، شماره ۲.
- کمالی، غلامعلی؛ ملائی، پگاه؛ بهیار، محمدباقر، (۱۳۸۹)، تهیه اطلس گندم دیم استان زنجان با استفاده از داده‌های اقلیمی و GIS. نشریه آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۵.
- کمالی، غلامعلی؛ صدیقیانی‌پور، علی؛ صداقت‌کردار، عبدالله (۱۳۸۷)، بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان شرقی. مجله آب و خاک، جلد ۲۲، شماره ۲.
- کوچکی، علیرضا؛ غلامعلی، کمالی (۱۳۸۹)، تغییر اقلیم و تولید گندم دیم در ایران. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۸، شماره ۳.
- محمدی، حسین؛ (۱۳۸۸)، آب و هواشناسی کشاورزی اصول و کاربردهای مطالعات آب و هوا در کشاورزی انتشارات دانشگاه تهران، تهران
- مظفری، غلامعلی (۱۳۸۲)، اصول و مبانی هواشناسی کشاورزی، توسکله تهران
- یزدان‌پناه، حجت‌الله و همکاران (۱۳۸۹)، تعیین میزان اثر عناصر اقلیمی بر عملکرد گندم دیم در استان آذربایجان شرقی با استفاده از شبکه‌های عصبی هوشمند. جغرافیا و توسعه، شماره ۲۰.
- Akinci, H and Tught, B, ( 2013). Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique, computers and electronics in agriculture, no 97.
- Araya,A and et al, Arti ( 2010) A new agro – climate classification for crop suitability zoning in north

