

نقش بارندگی در تعیین مناطق مساعد و تاریخ مناسب کشت گندم دیم در استان اردبیل

چکیده

کشت گندم دیم در تأمین نیاز غذایی کشور از اهمیت بسزایی برخوردار است. حدود ۱۵ درصد از سطح زیر کشت استان اردبیل به گندم دیم اختصاص دارد. ثابت شده است که روند کاشت و عملکرد این محصول استراتژیک به مقدار بارندگی سالانه و توزیع بارش ماهانه در طول دوره رشد بستگی دارد.

بنابراین، هدف اصلی این تحقیق، بررسی نقش بارندگی در جهت تعیین مناطق مساعد و شناخت تاریخ مناسب برای کشت گندم دیم در استان اردبیل است. به همین منظور ابتدا، داده‌های بارندگی ۱۵ ایستگاه هواشناسی از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۰ (۲۶ سال) جمع‌آوری و پایگاه اطلاعات مربوط تشکیل شد. سپس، با استفاده از روش‌های آماری نظیر: آزمون‌های هتلینگ^۱ و تی مشاهده‌ای^۲ نرمال‌های اقلیمی مورد نیاز در روند کشت گندم دیم مورد مقایسه شد. در نهایت، نقشه‌های مناطق مساعد برای کشت گندم دیم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی^۳ طراحی شد.

نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر این واقعیت است که ۱: مقادیر بارش سالانه از شاخص‌های مؤثر در فرآیند پهنه‌بندی مناطق مساعد برای کشت گندم دیم می‌باشد. در این خصوص، مشخص می‌شود که مناطق شمالی استان، مساعدترین و مناطق جنوبی

1. Hottling.

2. T-Observation.

3. Geographic Information System (GIS) SID.ir

نامساعدترین محدوده جغرافیایی برای کشت محصول دیم می‌باشد. ۲: نتایج نهایی مبین این واقعیت است که مقدار بارش در طول دوره رشد، عامل تعیین‌کننده‌ای در روند کشت گندم دیم است. بنابراین، از نقطه نظر زمانی، ماه اکتبر مناسب‌ترین تاریخ کشت محصول گندم دیم در محدوده استان اردبیل شناخته می‌شود.

کلید واژه‌ها: استان اردبیل، بارندگی، کشت گندم دیم، آزمون‌های هتلینگ و تی مشاهده‌ای، ایران.

مقدمه

بارندگی نقش مهمی در کشت دیم دارد. با توجه به کمبود مقادیر بارش در کشور ایران، دیم‌کاری از سابقه طولانی برخوردار است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۶، ۱۵). مقادیر بارش نسبت به سایر عناصر و عوامل اقلیمی بیشترین تأثیر را در تولیدات کشاورزی دارد (Hoogenboom, 2000, 138). بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی حدود ۶/۵ درصد از سطح زیر کشت گندم دیم کل کشور به استان اردبیل اختصاص دارد (سالنامه آماری، ۱۳۸۲، ۶۳). از این روی، آگاهی از ویژگی‌های توزیع بارش در طول دوره رشد و نیز اطلاع از مقدار بارش سالانه برای مطالعه این محصول ضرورت دارد. هر چند تحقیقاتی در این خصوص به وسیله محققین ایرانی و خارجی صورت گرفته است ولی به دلیل وسعت زیاد، تنوع توپوگرافی و دلایل دیگر، تعیین دقیق مناطق مساعد برای کشت محصول زراعی در تمام نقاط کشور و تهیه اطلس آگروکلیمایی مستلزم صرف وقت و هزینه زیادی است بنابراین: شناسایی مناطق مساعد برای کشت گندم دیم و تعیین تاریخ مناسب آن می‌بایست به طور مستقل یا ناحیه‌ای انجام شود. در این تحقیق، مناطق مساعد و تاریخ مناسب برای کشت گندم دیم براساس مقادیر بارش اندازه‌گیری شده در ۱۵ ایستگاه هواشناسی استان اردبیل با روش‌های "هتلینگ" و "تی مشاهده‌ای" شناسایی شده است.

هدف و پیشینه تحقیق

هدف اصلی این پژوهش، بررسی مقادیر و ویژگی‌های بارش سالانه و در طول دوره رشد گندم دیم و نیز تعیین مناطق مساعد و تاریخ مناسب آن در ایستگاه‌های هواشناسی استان اردبیل است. هدف دیگر این تحقیق، استفاده از روش‌های آماری و تحلیل داده‌های مربوط در محیط GIS است. در دهه‌های اخیر، تحقیقات زیادی در این زمینه انجام شده

است. به عنوان نمونه، لاماسون^۴ (۱۱، ۱۹۷۴) اثر تغییرات بارندگی بر محصولات کشاورزی در موتنانای شرقی را مطالعه کرد و به این نتیجه رسید که افزایش و کاهش محصول گندم دیم با مقدار بارندگی سالانه و نیز همچنین نحوه توزیع بارندگی ماهانه ارتباط دارد. به نظر "اوسترین"^۵ (۱۵، ۱۹۸۷) اولین روزی که مجموع بارندگی پاییزی در مناطق خشک و نیمه خشک به ۲۰ میلی متر برسد، زمان برای شروع کشت گندم دیم مناسب می باشد.

پتر^۶ در کتاب "آب و هوا و عملکرد گیاهان زراعی" که توسط کافی و همکاران (۱۳۷۹، ۱۵۲) ترجمه شده است، مهمترین نرمال های اقلیمی مورد نیاز برای کشت گندم دیم را طبق مقادیر مندرج در جدول ۱ پیشنهاد نموده است.

جدول ۱ شاخص های اقلیمی مورد نیاز برای کشت گندم دیم

رطوبت نسبی (درصد)	بارندگی در دوره رشد (mm)	بارش لازم برای جوانه زدن (mm)	دمای لازم برای جوانه زدن (C)	آستانه رشد (mm)	دمای سالانه (C)	بارندگی سالانه (mm)
۷۰-۷۵	۳۰۰-۴۵۰	۲۰-۴۰	۱۳-۱۸	۵	۱۵-۲۰	۴۵۰-۷۰۰

کمالی (۱۳۷۶، ۱۷-۱۴) با هدف تعیین مناسب ترین تاریخ کشت گندم دیم در مناطق دیم خیز غرب کشور با استفاده از داده های اقلیمی به این نتیجه رسیده است که توزیع بارندگی در طول دوره رشد و شروع بارش حداقل ۵ میلی متر در ۲۴ ساعت مهمترین عامل مؤثر در تعیین تاریخ کشت محسوب می گردد.

مظفری و قائمی (۱۳۸۱، ۱۵-۱۰) نیز با تحلیل شرایط بارش در نواحی دیم خیز شرق کرمانشاه، به این نتیجه رسیده اند که هر اندازه توزیع بارش در طول مراحل رشد گندم دیم مناسب تر باشد، محصول نهایی بهتر به دست خواهد آمد.

کاظمی زاد و علیجانی (۱۳۷۷، ۱۸-۱۳) در تعیین زمان و مکان مناسب برای کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی، توزیع بارش و دمای ۷ ایستگاه هواشناسی را در مرحله کشت، گرده افشانی و سنبله بررسی نموده و به این نتیجه رسیده اند که مناطق جنوبی به علت برخورداری از بارش کافی، مکان مساعدی برای کشت گندم دیم می باشد

و دهه آخر مهر تا دهه اول آبان، به دلیل دارا بودن بارش و دمای کافی تاریخ مناسب برای کشت انتخاب شده است.

با توجه به نتایج حاصل از مطالعات انجام شده به وسیله محققان خارجی و نیز تحقیقات انجام شده در داخل کشور، می‌توان بارش را به عنوان مهمترین عنصر اقلیمی در روند رشد و نمو گندم دیم حساب آورد. بنابراین، در این تحقیق سعی شده است تا با تطبیق توزیع بارندگی در طول دوره رشد با نرمال‌های اقلیمی، مقادیر بارش مورد نیاز برای کشت گندم دیم در سطح استان اردبیل برآورد شود. بر این اساس، با به‌کارگیری آزمون‌های هتلینگ و تی مشاهده‌ای، مناطق مساعد و تاریخ مناسب برای کشت گندم دیم تعیین و نقشه‌های مربوط، در محیط GIS طراحی و نمایش داده شد.

موقعیت جغرافیایی

استان اردبیل با مساحت ۱۷۹۵۱ کیلومتر مربع در شمال غرب کشور واقع شده است و از مراکز مهم کشاورزی کشور محسوب می‌شود. محدوده جغرافیایی منطقه مورد مطالعه از $37^{\circ}07'$ تا $39^{\circ}43'$ عرض شمالی و $47^{\circ}19'$ تا $48^{\circ}55'$ طول شرقی متغیر است. این استان از شمال به جمهوری آذربایجان، از شرق به استان گیلان، از جنوب به استان زنجان و از غرب به استان آذربایجان شرقی محدود می‌شود.

مطالعات پیشین نشان می‌دهد که منشأ عمده بارندگی در استان اردبیل، جریانات خزری و مدیترانه‌ای می‌باشد (جهانبخش اصل و ذوالفقاری، ۱۳۸۱، ۵-۳). بعضی دیگر از تحقیقات نشان دهنده این واقعیت است که بیشترین مقادیر بارش عمدتاً در فصل بهار نازل می‌گردد (رسولی، ۱۳۷۴، ۱۷-۱۵). حداقل ارتفاع استان در دشت مغان ۳۲ متر و حداکثر ارتفاع آن در قله سبلان حدود ۴۸۱۱ متر از سطح دریا مشخص می‌شود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، مشاهدات بارش در مقیاس ماهانه و سالانه از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۰ شمسی (با طول دوره آماری ۲۶ سال) برای هر یک از ایستگاه‌های سینوپتیک و اقلیم‌شناسی استان از سالنامه‌های هواشناسی استخراج و بعد از ایجاد پایگاه اطلاعات مربوطه بررسی شد (جدول ۲).

جدول ۲ مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	عرض جغرافیایی دقیقه درجه	طول جغرافیایی دقیقه درجه	ارتفاع به متر	متوسط دمای سالانه به C	جمع بارندگی سالانه به (mm)
اردبیل	۳۸ ۱۵	۴۸ ۱۷	۱۳۱۵	۸/۹	۳۱۱
پارس آباد	۳۹ ۳۹	۴۷ ۵۵	۳۲	۱۴/۵	۲۷۵
مشگین شهر	۳۸ ۲۴	۴۷ ۰۶	۱۷۹۶	۱۰/۵	۲۶۷
خلخال	۳۷ ۳۸	۴۸ ۳۱	۱۴۵۰	۷/۶	۳۶۷
سامیان	۳۸ ۲۸	۴۸ ۱۵	۱۱۵۰	۸	۲۸۰
سرعین	۳۸ ۰۹	۴۸ ۰۵	۱۷۴۰	۷/۶	۴۸۲
مشیران	۳۸ ۴۲	۴۷ ۳۱	۶۷۰	۱۳/۳	۲۱۶
دوست بیگلر	۳۸ ۳۰	۴۷ ۳۰	۸۴۰	۱۳/۲	۲۶۹
نمین	۳۸ ۲۵	۴۸ ۲۷	۱۵۰۰	۳/۴	۲۹۰
نیر	۳۸ ۰۲	۴۷ ۵۹	۱۵۶۰	۷	۳۳۰
بوران	۳۹ ۱۹	۴۷ ۳۰	۲۶۰	۱۵	۲۷۲
اصلاندوز	۳۹ ۲۷	۴۷ ۲۷	۱۸۰	۹/۴	۲۹۸
لای	۳۸ ۰۷	۴۷ ۵۴	۲۲۰۰	۶	۳۶۰
قره آغاج	۳۹ ۰۲	۴۷ ۴۲	۷۰۰	۱۱	۴۶۰
فیروزآباد خخلخال	۳۷ ۳۵	۴۸ ۱۳	۱۰۹۰	۱۰	۳۴۴

به منظور دستیابی به اهداف تحقیق از روش‌های زیر استفاده شد.

در مرحله اول به منظور شناسایی مناطق مستعد کشت گندم دیم و با هدف تحلیل مقادیر بارش و دمای سالانه و بارش طول دوره رشد با شاخص‌های اقلیمی مورد نیاز گندم دیم، روش آزمون "هتلینگ" به کار گرفته شد. معادله آزمون مربوطه به قرار زیر مطرح است (Janson, 1379, 223-229).

$$T^2 = n(\bar{x} - \mu)s^{-1}(\bar{x} - \mu) \sim (n-1)p/p.F \quad p, n-p \quad p \quad \text{رابطه ۱:}$$

در رابطه ۱، T^2 نشان‌دهنده شاخص آزمون "هتلینگ" می‌باشد. حرف n بیانگر تعداد نمونه‌ها است (در این تحقیق تعداد سال‌های آماری داده‌های اقلیمی، ۲۶ سال است). \bar{x} معرف بردار میانگین نمونه‌هاست (میانگین آمار ۲۶ ساله داده‌های مورد مطالعه از قبیل: بارش سالانه، دمای سالانه، بارش جوانه‌زنی، بارش سبزینه، بارش گلدهی، بارش رسیدگی) و μ شاخص اقلیمی مورد آزمون (یعنی نیاز رویشی گندم دیم) است. در این تحقیق به منظور تعیین شاخص اقلیمی یا (μ) مقادیر بارش سالانه، دمای سالانه، بارش مرحله جوانه‌زنی، بارش سبزینه، بارش گلدهی و بارش رسیدگی که برای کشت گندم دیم

انتخاب می‌شود. حرف p نیز نشان‌دهنده تعداد داده‌های اقلیمی مورد استفاده در این تحقیق است که شامل ۶ مورد می‌باشد که در میانگین نمونه و شاخص اقلیمی اسامی آنها بیان شده است. مقادیر $F_{p, n-p}$ متغیرهای تصادفی‌اند که از جدول اعداد بحرانی و با توجه به درجه آزادی و سطح اطمینان آزمون مربوط استخراج می‌شود. در رابطه اصلی، S^{-1} بیانگر ماتریس کوواریانس نمونه‌ها می‌باشد. برای محاسبه این شاخص، ابتدا ماتریس S براساس معادله زیر محاسبه می‌شود.

$$S = 1/n-1 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{رابطه ۲:}$$

در رابطه ۲، S بیانگر ماتریس میانگین داده‌های عناصر اقلیمی با شاخص‌های اقلیمی است. X_i معرف مقدار هر کدام از مشاهدات آماری است. \bar{x} نشان‌دهنده میانگین مشاهدات و n بیانگر طول دوره آماری است. باید یادآور شد که آزمون "هتلینگ" دارای توزیع تصادفی است که اگر مقادیر اعداد بحرانی یا $F_{p, n-p}$ یا $(n-1)p/p$ کوچکتر از آزمون هتلینگ یا (T^2) باشد در این حالت میان \bar{x} (میانگین نمونه مشاهدات اقلیمی در ۲۶ سال با μ (شاخص اقلیمی مورد آزمون) برای کشت گندم دیم، در یک سطح معنی‌دار قابل قبول، اختلاف وجود خواهد داشت. و با توجه به تحلیل داده‌های اقلیمی و شاخص مورد نیاز شرایط برای کشت گندم دیم مناسب نخواهد بود. در این حالت فرضیه صفر رد می‌شود. در غیر این صورت، اگر مقادیر اعداد بحرانی یا $F_{p, n-p}$ یا $(n-1)p/p$ بزرگتر از آزمون هتلینگ یا (T^2) باشد یا به عبارتی دیگر آزمون هتلینگ کوچکتر از اعداد بحرانی باشد، فرضیه جانشین مورد قبول خواهد بود. به این معنی مناطقی که خصوصیات یاد شده را دارا می‌باشند، برای کشت گندم دیم مناسب خواهد بود.

در مرحله دوم: به منظور شناسایی تاریخ مناسب برای کشت گندم دیم، از روش آزمون "تی مشاهده‌ای" استفاده شد. در واقع "تی مشاهده‌ای" شاخصی است که با هدف شناسایی تاریخ مناسب کشت با توجه به مقادیر بارش‌های مشاهده شده در ماه‌های سپتامبر، اکتبر و نوامبر و با تحلیل استانداردهای موجود (نیاز رویی گندم دیم) اعمال می‌شود. این شاخص بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود (جانسون، ۱۳۷۹، ۲۲۴-۲۲۳).

$$T = \frac{\bar{x} - \mu}{S/\sqrt{n}} > t_{n-1, \alpha/2}$$

$$S = 1/n-1 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{رابطه ۳:}$$

بنابراین در رابطه ۳، حرف T نشان دهنده قدر مطلق "تی مشاهده‌ای" است. x_i بیانگر مقدار هر کدام از مشاهدات می‌باشد. \bar{x} بیانگر میانگین نمونه‌هاست و μ نیز معرف شاخص نرمال‌های اقلیمی است. در این رابطه، حرف S انحراف معیار مشاهدات و حرف n نیز تعداد نمونه‌ها را نشان می‌دهد. بعد از استخراج مقادیر سطح اطمینان ($\alpha/2$) برابر با ۵ و ۱۰ درصد و درجه آزادی (n-1) از جدول مربوط، با مقایسه "تی مشاهده‌ای" اگر مقادیر اعداد $t_{n-1, \alpha/2}$ هریک از ماه‌های سپتامبر، اکتبر و نوامبر بزرگتر از "تی مشاهده‌ای" باشد بارش مورد نیاز برای کشت گندم دیم فراهم بوده و شرایط برای کشت در آن ماه مناسب می‌باشد و برعکس، اگر مقادیر اعداد $t_{n-1, \alpha/2}$ هریک از ماه‌های یاد شده کوچکتر از "تی مشاهده‌ای" باشد شرایط برای کشت در آن ماه مناسب نمی‌باشد.

در مرحله سوم، به منظور بررسی جزئیات دقیق تغییرات مکانی عنصر اقلیمی بارش با هدف شناسایی محدوده‌های مساعد کشت گندم دیم در مقیاس استان اردبیل، نرم افزار ArcView به عنوان یک سیستم اطلاعات جغرافیایی به کار گرفته شد (رسولی، ۱۳۸۴، ۵۵-۵۰). در رابطه با تحلیل داده‌های اقلیمی این سیستم چهار قابلیت اساسی زیر را فراهم می‌آورد:

(a) تجمیع مشاهدات اقلیمی و توپوگرافیک

(b) ایجاد بانک‌های اطلاعاتی شامل: ذخیره، بازیابی و تلفیق داده‌ها

(c) پردازش، تجزیه و تحلیل اطلاعات مکانی

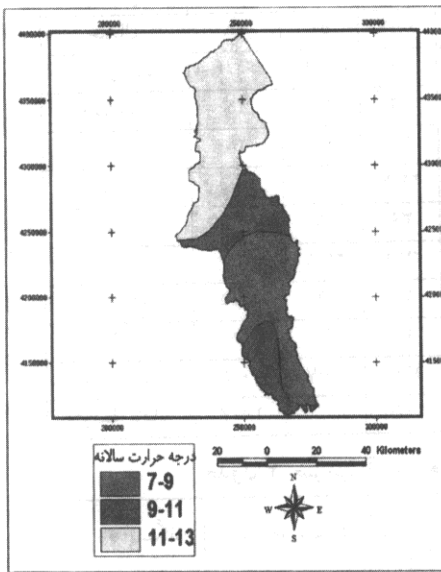
(d) طراحی مدل‌های اقلیمی در مقیاس‌های مختلف

بنابراین، داده‌های بارش به همراه نرمال‌های اقلیمی کلیه ایستگاه‌های مستقر در منطقه مورد مطالعه به محیط GIS وارد و پایگاه اطلاعات مورد نیاز تحقیق جاری طراحی شد. سپس، به منظور نمایش توزیع مکانی مشاهدات مربوطه، از توابع درونیابی شبکه مثلث‌های نامنظم (TIN)^۷ بهره گرفته شد. این مدل راه‌حلی مناسب برای نمایش سطوح پیوسته است. با این مدل می‌توان طراحی و نمایش سطوح مختلف را انجام داد (David J. Unwin, 2003, 35-44).

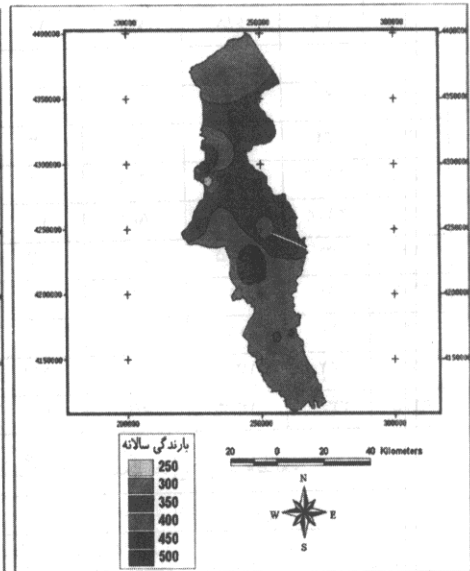
یافته‌های تحقیق

با تجزیه و تحلیل داده‌های بارندگی از طریق اعمال روش‌های مذکور در فوق، یافته‌های زیر به دست آمد.

توزیع مقادیر بارش و دمای سالانه محدوده مورد مطالعه طراحی و توسط شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است. در جدول ۲، مقادیر بارش و دمای سالانه کلیه ایستگاه های مورد مطالعه ارایه گردیده است. همان طوری که مشاهده می شود تغییرات قابل توجهی در نحوه توزیع مکانی مقادیر بارش (به میلی متر) و دمای سالانه (به سانتی گراد) در محدوده استان اردبیل کاملاً مشهود است.



شکل ۲ توزیع دمای سالانه استان اردبیل



شکل ۱ توزیع بارش سالانه استان اردبیل

مطالعات قبلی نشان دهنده این واقعیت است که علاوه بر بارش سالانه، توزیع بارش ماهانه نیز به ویژه بارش طول دوره رشد برای کشت گندم دیم اهمیت بسزایی دارد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۶، ۱۰). زیرا در بعضی از ایستگاه ها از جمله مشیران علی رغم این که مقدار بارش سالانه برای کشت گندم دیم نامناسب است ولی توزیع بارش در طول دوره رشد شرایط مناسبی را برای کشت فراهم می آورد. مقادیر بارش ماهانه برای کلیه ایستگاه های مورد مطالعه در جدول ۳ درج شده است.

با بهره گیری از روش آزمون "هتلینگ" مقادیر بارش طول دوره رشد گندم دیم با شاخص های اقلیمی مورد نیاز این محصول مقایسه و نتیجه در جدول ۴ ارایه شده است.

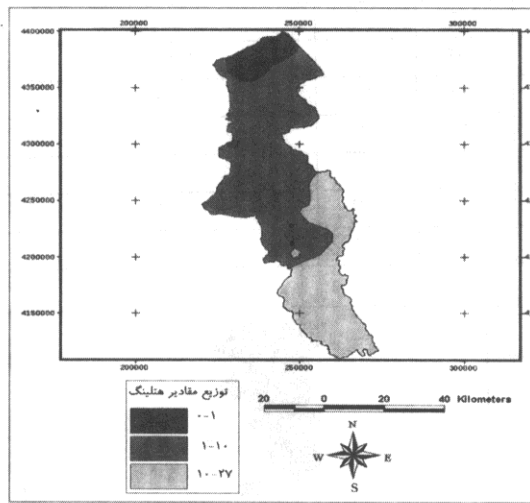
جدول ۳ بارندگی ماهانه در طول دوره رشد

ایستگاه	ماه	آوریل	مه	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر
اردبیل	۳۹	۴۶	۲۲	۶/۳	۶/۳	۶/۳	۱۰/۵	۳۲	۳۵
پارس آباد	۳۱/۷	۳۳	۱۷	۹/۲	۹/۲	۹/۳	۲۲/۷	۳۶/۴	۲۷
مشگین شهر	۳۰	۶۱/۲	۳۹/۲	۱۵/۴	۶/۴	۱۱	۲۴	۲۲	
سامیان	۲۳	۶۸/۵	۴۰	۹	۷	۸	۳۴/۵	۳۱/۴	
سرعین	۵۵/۸	۶۴/۲	۳۰/۳	۹/۸	۱۱/۵	۲۰/۵	۵۱/۵	۴۹/۸	
خلخال	۵۸	۵۰	۱۷/۷	۱۰	۶/۴	۶/۸	۳۴	۴۲/۵	
فیروز آباد	۶۲/۴	۴۷/۶	۱۰	/۹	۱/۸	۴/۵	۲۷	۳۱/۶	
اصلاندوز	۲۹	۴۰	۴۲	۱۱	۸/۴	۱۹	۳۴	۲۷	
نیر	۲۸	۶۰	۳۹	۱۳	۸/۷	۱۲	۳۲	۳۷	
مشیران	۲۸/۵	۴۲/۵	۲۲/۷	۲/۴	۲/۸	۹/۷	۲۲/۳	۱۸/۵	
نمین	۴۲	۵۷	۳۶	۱۴	۸/۵	۱۱	۳۲/۵	۴۲	
بوران	۳۰	۳۹/۴	۳۷/۴	۷/۳	۵/۵	۱۳/۵	۳۴	۲۴	
قره آغاج	۵۵/۵	۸۴	۴۳	۱۲	۱۳	۲۱	۵۴	۳۱/۷	
لای	۴۸	۷۴	۴۰	۱۱	۶/۱	۱۱	۲۳	۳۳	
دوس بیگلو	۴۰/۵	۵۶/۷	۵۱/۷	۱۴/۷	۵/۳	۱۳/۵	۳۲	۲۸/۴	
متوسط ماهانه	۳۸/۷	۵۴/۴	۳۲/۵	۱۰	۷/۳	۱۳/۳	۳۳/۴	۳۲/۵	

جدول ۴ ضریب آزمون هتلینگ در ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	مقدار ضریب هتلینگ	مقادیر اعداد بحرانی	
		با سطح اطمینان ۵ درصد	با سطح اطمینان ۱۰ درصد
اردبیل	۱۴/۵۹	۱۰/۶۹	۷/۸
اصلاندوز	۱/۰۳۲۲	۹/۷۲	۷/۶
بوران	/۳۹۹	۱۰/۹۱	۸/۲۹
پارس آباد	/۴۴۱	۱۰/۷	۸/۰۸
خلخال	۱۹/۲	۱۱/۸۴	۸/۸۷
سامیان	۸/۹۷	۹/۶۳	۷/۴۳
سرعین	/۶۹	۹/۹۵	۷/۷
دوست بیگلو	۲/۰۵۲	۱۰/۱۰	۸/۰۸
فیروز آباد	۲۶/۸	۱۱/۴۹	۸/۷
قره آغاج	/۳۶۹	۹/۸	۷/۶
مشگین	۲/۱۵	۱۰/۲۲	۷/۸۵
مشیران	۵/۳۰	۹/۵۵	۷/۳۸
لای	/۳۳	۱۱/۰۲	۸/۴
نمین	۱۴/۲۰	۱۰/۱۰	۷/۸
نیر	۱۱/۸۱	۱۰/۲۲	۷/۹

به طور کلی، در ایستگاه‌های اصلاندوز، بوران، پارس آباد، سرعین، دوست بیگلو، قره آغاج، مشیران و لای مقدار آزمون هتلینگ کمتر از عدد بحرانی در سطح اطمینان ۵ و ۱۰ درصد می‌باشد. شرایط مناسب برای کشت این محصول گندم دیم مهیا است. نحوه توزیع مکانی مقادیر ضریب "هتلینگ" در سرتاسر استان اردبیل توسط شکل ۳ نشان داده شده است. در شکل ۳ مناطق مساعد برای کشت گندم دیم بر اساس این آزمون آماری نشان داده شده است. با تحلیل مدل مذکور مشخص می‌گردد که حدود ۹ درصد از مساحت استان خیلی مناسب (با مقدار هتلینگ بین صفر تا ۱)، ۵۹ درصد مناسب (با مقدار هتلینگ بین ۱ تا ۱۰) و ۳۲ درصد بقیه (با مقدار هتلینگ بیشتر از ۱۰) برای کشت گندم دیم نامناسب می‌باشد.

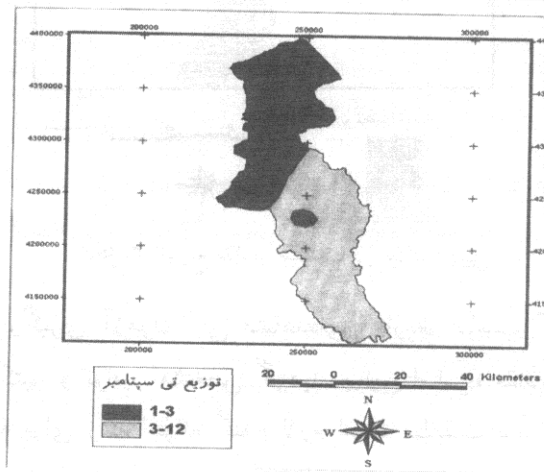


شکل ۳ توزیع مقادیر هتلینگ در استان اردبیل

ضمناً با به کارگیری آزمون "تی مشاهده‌ای" تاریخ مناسب کشت گندم دیم در ماه‌های سپتامبر، اکتبر و نوامبر مشخص گردید. براین اساس، مقادیر بارندگی با مقدار بارش استاندارد که برای رشد جوانه گندم لازم است مطابقت داده شد (جدول ۵). در مجموع، این نتیجه حاصل شد که در ایستگاه‌های مورد مطالعه، ماه‌هایی که مقادیر اعداد بحرانی بیشتر از مقادیر به دست آمده با آزمون "تی مشاهده‌ای" است تاریخ مناسب برای کشت گندم دیم محسوب می‌شود. به منظور بررسی تغییرات مکانی مقادیر "تی مشاهده‌ای" در ماه سپتامبر، توزیع این شاخص در شکل ۴ نشان داده شده است. در این ماه، شرایط برای شروع کشت فقط در شمال استان مهیا است. به طور کلی مقادیر "تی مشاهده‌ای" بر اساس ارزش‌های مندرج در جدول ۶ طبقه‌بندی شده است.

جدول ۵ مقایسه "تی مشاهده‌ای" با مقادیر اعداد بحرانی با توجه به سطح اطمینان و درجه آزادی

نام ایستگاه	مقادیر اعداد بحرانی با توجه به سطح اطمینان و درجه آزادی		
	مقدار تی مشاهده‌ای در ماه‌های رشد	اکتبر	سپتامبر
اردبیل	۴/۰۲۹	۶	۱/۵۳
اصلا ندوز	۴/۷۳	۱/۰۱	۱/۲۷
بوران	۴/۲۳	۱/۱۳	۰/۳۶
پارس آباد	۴/۱۵	۱/۰۹	۱/۶۸
خلخال	۴/۴۲	۵/۵	۱/۴۴
سامیان	۳/۹۴	۷/۴۵	۰/۲۲
سرعین	۴/۰۴	۱/۳۳	۲/۶۲
دوستگل	۴/۰۵	۱/۶	۱/۰۲
فیروز آباد	۴/۳۶	۱۲	۰/۳
قره آغاج	۳/۹۷	۱/۱۰	۱/۲۷
مشگین	۴/۷۷	۳	۱/۱۶
مشیران	۴/۰۵	۱/۸	۰/۸۸
لای	۴/۱۱	۵/۴	۱/۳۴
نمین	۴/۰۸	۹/۳۱	۱/۱۱
نیر	۴/۰۸	۵/۳	۱/۶۶

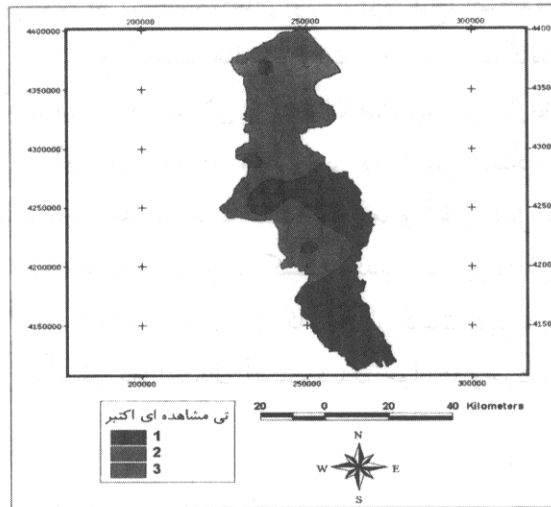


شکل ۴ توزیع تی مشاهده‌ای در ماه سپتامبر

جدول ۶ شرایط کشت گندم دیم با توجه به نتایج آزمون "تی مشاهده‌ای"

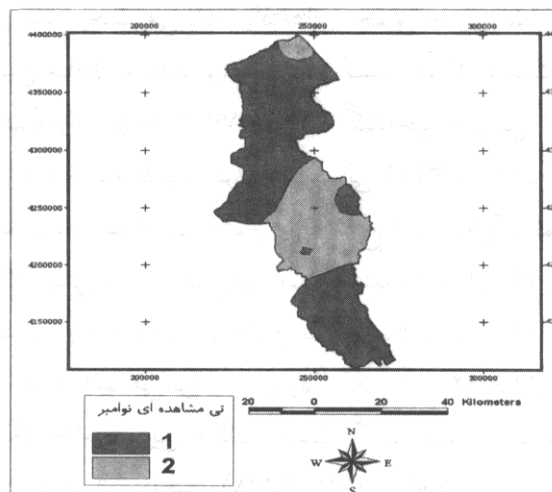
حالت	مقدار "تی مشاهده‌ای"	شرایط کشت گندم دیم
اول	کمتر از ۱	عالی
دوم	بین ۱ تا ۲	خیلی خوب
سوم	بین ۲ تا ۳	خوب تا متوسط
چهارم	بیشتر از ۳	نامناسب

در شکل ۵ توزیع "تی مشاهده‌ای" ماه اکتبر نشان داده شده است. بر اساس شرایط بارش این ماه امکان کشت گندم دیم در اغلب سطح استان وجود دارد.



شکل ۵ توزیع تی مشاهده‌ای در ماه اکتبر

شکل ۶ نیز نمایشگر توزیع "تی مشاهده‌ای" ماه نوامبر است. بر این اساس مقدار بارش ماهانه در سطوح مختلف محدوده جغرافیایی مورد مطالعه برای شروع کشت گندم دیم کاملاً کافی است.



شکل ۶ توزیع تی مشاهده‌ای در ماه نوامبر

با بررسی مقادیر به دست آمده با آزمون " تی مشاهده‌ای " و با در نظر گرفتن مقدار بارش در آستانه ۲۵ میلی‌متر (شاخص معرف برای کشت گندم دیم) با ضریب اطمینان ۹۰ درصد مشخص می‌شود که در ایستگاه‌های بوران، قره‌آغاج، اصلاندوز و سرعین ماه‌های سپتامبر و اکتبر برای تاریخ کشت مناسب است. اما در ایستگاه‌های اردبیل، نمین، مشگین‌شهر، فیروزآباد، نیر، سامیان، لای و مشیران مناسب‌ترین تاریخ کشت، ماه اکتبر تعیین می‌باشد. باید یادآور شد که در ماه نوامبر در اکثر ایستگاه‌ها از لحاظ بارش، محدودیتی برای کشت وجود ندارد. اما به علت افت دما و آغاز فصل سرما و کوتاه بودن مرحله جوانه‌زنی، همواره مشکلاتی در روند کشت گندم دیم وجود دارد. علاوه بر آن، در ایستگاه‌های شمالی استان (مانند پارس‌آباد) که امکان کشت دیم در ماه سپتامبر وجود دارد، به علت افزایش ناگهانی دما احتمال آسیب دیدن جوانه‌ها وجود دارد.

بحث و استدلال

تحقیقات متعددی ثابت نموده است که بارش از مهمترین عناصر اقلیمی تأثیرگذار عملیات زراعی در کشاورزی سنتی است (عزیزی و یاراحمدی، ۱۳۸۲، ۲۵-۲۳). بنابراین، نوسانات آن در عملکرد محصول نهایی قابل توجه است و به همین دلیل برای بررسی محصول گندم دیم، بارش‌های ماهانه و سالانه هریک از ایستگاه‌های موجود در سطح استان اردبیل با استفاده از آزمون‌های "هتلینگ" و " تی مشاهده‌ای " تحلیل شده و نتایج حاصل به شرح زیر قابل بحث می‌باشد. یافته‌های تحقیق جاری نشان می‌دهد که مقدار بارش سالانه در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. ویرون و همکاران^۸ (۲۰۰۴، ۱۷۷) منطقه گندم‌خیز پامپاس آرژانتین را براساس مقادیر بارش سالانه به ۵ ناحیه تقسیم کرده‌اند. کمالی (۱۳۷۶، ۱۹) براساس مقادیر بارش سالانه، نواحی کشت گندم دیم غرب کشور را به شرح زیر تفکیک نموده است: ناحیه‌ای که دارای بارش سالانه بیش از ۴۰۰ میلی‌متر است مستعد، ناحیه‌ای که بارش ۳۰۰ الی ۴۰۰ میلی‌متر دارد نیمه مستعد و ناحیه‌ای که دارای بارش سالانه کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر است، کم استعداد برای کشت گندم دیم می‌شوند. نوروود^۹ (۲۰۰۰، ۱۲۱-۱۲۵) نیز در دشت‌های بزرگ جنوب امریکا مناسب‌ترین مکان کشت گندم دیم را با مقادیر بارش ۴۴۵ میلی‌متری مشخص کرده است. کاظمی (۱۳۷۸، ۱۵۱) در نقاطی با بارندگی‌های حدود ۳۰۰

میلی متر به علت احتمال حدوث خشکسالی زیاد و کاهش عملکرد محصول، کشت گندم دیم را توصیه نمی کند. صادقی و همکاران (۲۰۰۲، ۳۳۳) با تحلیل مقادیر بارش سالانه و تبخیر، پهنه بندی زمین های کشاورزی دیم استان فارس را انجام داد و به این نتیجه رسیده است که نقش مقادیر بارش بیشتر از تبخیر در مناطق ویژه کشت دیم می باشد. بنابراین در استان اردبیل با تحلیل بارش سالانه هریک از ایستگاه های مورد مطالعه و با بهره گیری از مطالعات انجام یافته، این نتیجه به دست آمده است که حدود ۵۳ درصد استان کم استعداد، ۳۳ درصد آن نیمه مستعد و ۱۴ درصد نیز مستعد برای کشت گندم دیم است. سرمدنیا و کوچکی (۱۳۶۶، ۹) در مورد عملکرد محصول در مناطق دیم به این نتیجه رسیده اند که کاهش مقادیر بارش از ۲۵۰ میلی متر به ۲۲۵ میلی متر، موجب عدم موفقیت و افزایش آن به ۳۰۰ میلی متر موجب دو برابر شدن عملکرد محصول می شود. این زمانی است که توزیع بارش در طول رشد گندم دیم مناسب باشد. نتایج تحقیق جاری نشان می دهد که در مرحله بعد، بارش های ماهانه نقش تعیین کننده ای در شناسایی مکان و تاریخ مناسب برای کشت گندم دیم دارد. چرا که مقدار بارندگی در طول دوره رشد و نحوه توزیع آن، در مرحله کاشت، گلدهی و دانه دهی محصول گندم از اهمیت بسزایی برخوردار است. هولدن و بررتون^{۱۰} (۲۰۰۴، ۱۷۵-۱۹۱) نیز برای پهنه بندی آگروکلیماتیک محصول از بارش ماهانه استفاده کرده است. زانگ و اووایس (۱۹۹۹، ۱۹۶) بر این باورند که کشت گندم دیم در منطقه مدیترانه وابسته به بارش ماهانه می باشد. با تحلیل بارش ماهانه نواحی مورد مطالعه از لحاظ کشت گندم دیم را به سه ناحیه تقسیم نمود: ناحیه اول شامل ایستگاه های بوران، قره آغاج، پارس آباد، لای و سرعین است که در آن نواحی، در طول دوره رشد گندم دیم، آب مورد نیاز محصول زیر کشت با بارش های ماهانه تأمین می شود. ناحیه دوم شامل ایستگاه های اصلاندوز، مشکین شهر، دوست بیگلو و مشیران است که شرایط برای کشت مناسب است، اما مقدار و نحوه توزیع بارش ها از لحاظ نیاز گندم دیم، همانند ناحیه اول نمی باشد. ناحیه سوم شامل ایستگاه های خلخال، فیروز آباد، اردبیل، نیر، نمین و سامیان است که در این مناطق مقدار آب مورد نیاز گندم دیم در طول دوره رشد با بارش های ماهانه تأمین نمی شود. بنابراین، شرایط برای کشت گندم دیم چندان مناسب نمی باشد. براساس تحقیقاتی که توسط دین پژوه و موحد دانش (۱۳۷۵، ۶) در جهت

شناسایی مناطق دیمزار آذربایجان و با توجه به توزیع بارش ماهانه انجام شده است، مشخص می‌شود که مناطق شمالی آذربایجان از جمله: بوران، قره‌آغاج و پارس‌آباد (واقع در شمال استان اردبیل) به علت توزیع مناسب بارش سالانه، مناسب‌ترین مکان برای کشت گندم دیم است. در حالی که مناطق جنوبی آذربایجان شامل ایستگاه‌های خلخال و فیروزآباد واقع در جنوب استان اردبیل می‌باشد. همچنین "کریشنا" و همکاران" (۲۰۰۴، ۱۳۷۹-۱۳۷۵) با تحلیل بارش‌های ماهانه و نحوه توزیع آن در طول دوره رشد، مناطق مساعد برای کشت گندم، برنج، سورگوم و نیشکر را در ایالت‌های مرکزی و غربی هندوستان شناسایی نمودند. آنها به این نتیجه رسیدند که عملکرد محصولات فوق‌الذکر به طور معنی‌داری با نحوه توزیع بارش‌های موسمی همبستگی دارد. ضمناً تحقیقی که در مرکز تحقیقات سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل (۱۳۸۲، ۱۵) انجام شده است، نشان می‌دهد که مناسب‌ترین تاریخ کشت گندم دیم در شمال غرب کشور با شروع اولین بارش پاییزی (با آستانه پایین بیش از ۵ میلی‌متر) به ویژه در طول ماه‌های سپتامبر الی نوامبر تعیین می‌شود.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق: مقدار بارش در طول دوره رشد گندم دیم و بارش سالانه در طول ۲۶ سال مشاهدات آماری در ارتباط با کشت گندم دیم در استان اردبیل بررسی شد. با بهره‌گیری از آزمون‌های "هتلینگ" و "تی مشاهده‌ای" مکان و زمان مناسب برای کشت گندم دیم مشخص گردید. نتایج نشان‌دهنده این واقعیت است که مناطق شمالی استان، مساعدترین محدوده جغرافیایی برای کشت گندم دیم است. برعکس، مناطق جنوبی استان نامساعد محدوده‌های در روند فعالیت‌های کشت این محصول استراتژیک محسوب می‌شود. با تجزیه و تحلیل داده‌های بارش در ماه‌های مختلف مشخص می‌گردد که ماه‌های اکتبر و نوامبر مناسب‌ترین تاریخ کشت گندم دیم در اغلب سطح استان اردبیل محسوب می‌گردد. اما نباید فراموش کرد که به غیر از تأثیر بارندگی در کشت گندم دیم سایر عناصر و عوامل اقلیمی نظیر دمای هوا و خاک، ارتفاع از سطح دریا و حتی رطوبت نسبی، نیز می‌توانند در فرآیند کشاورزی گندم دیم و در نتیجه شناسایی دقیق‌تر مناطق مساعد و زمان مناسب برای کشت این محصول سنتی - اما حیاتی - مورد توجه قرار گیرند.

منابع و مآخذ

۱. آمارنامه استان اردبیل (۱۳۸۲)؛ انتشارات سازمان برنامه و بودجه استان اردبیل.
۲. پتر، جی، ترجمه محمد کافی و همکاران (۱۳۷۹)؛ آب و هوا و عملکرد گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۳. جانسون، ریچارد آ، ترجمه حسینی نیرومند (۱۳۷۹)؛ تحلیل آماری چند متغیره کاربردی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۴. جهانبخش اصل، سعید و حسن ذوالفقاری (۱۳۸۱)؛ بررسی الگوهای سینوپتیک بارش‌های روزانه در غرب کشور، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره‌های پیاپی ۶۳-۶۴.
۵. دین پژوه، یعقوب و علی‌اصغر موحد دانش (۱۳۷۵)؛ تعیین مناطق مساعد برای تولید غلات دیم با توجه به بارش‌های ماهانه آذربایجان شرقی، غربی و اردبیل، مجله نیوار، شماره ۳.
۶. رسولی، علی‌اکبر (۱۳۷۴)؛ توزیع آماری بارش‌های روزانه آذربایجان، مجموعه مقالات هفتمین کنگره جغرافیایی ایران، دانشگاه تهران.
۷. رسولی، علی‌اکبر (۱۳۸۴)؛ تحلیلی بر فناوری GIS، چاپ انتشارات دانشگاه تبریز.
۸. سرمدتیا، غلامحسین و عوض کوچکی (۱۳۶۶)؛ جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۹. سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل (۱۳۸۲)؛ گزارش توسعه کشاورزی استان.
۱۰. عزیزی، قاسم و داریوش یار احمدی (۱۳۸۲)؛ بررسی ارتباط پارامترهای اقلیمی و عملکرد گندم دیم با استفاده از مدل رگرسیونی، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۴.
۱۱. کمالی، غلامعلی (۱۳۷۶)؛ تعیین مناسب‌ترین تاریخ کشت گندم در مناطق دیم خیز غرب کشور با استفاده از داده‌های اقلیمی و شروع بارندگی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره پیاپی ۴۵.
۱۲. کاظمی، حمداله (۱۳۷۸)؛ اصول دیمکاری، انتشارات دانشگاه تبریز.
۱۳. کاظمی‌زاد، مظفر و بهلول علیجانی (۱۳۷۷)؛ تعیین زمان و منطقه مساعد کشت گندم دیم در آذربایجان بر اساس توزیع دما و بارش، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیایی طبیعی، دانشگاه تربیت معلم.
۱۴. مظفری، غلامعلی و هوشنگ قائمی (۱۳۸۱)؛ تحلیل شرایط بارش در سطح نواحی دیم خیز استان کرمانشاه، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۲۴.

15. Austrin, R.B (1987); **The Climate Vulnerability of Wheat in International Symposium on Climate Variability and Food.**
16. Holden, N.M, A.J, Brereton (2004); **Definition of Agroclimate Regions in Ireland Using Hydro-thermal and Crop Yield Data.** Agricultural and Forest Meteorology, Volume 122, Issues 3-4.
17. Hoogenboom, Gerrit (2000); **Agrometeorology to the Simulation of Crop Production and its Application** Agricultural and Forest Meteorology. Vol 103.
18. Krishna, K, et al (2004); **Climate Impact on India Agriculture**, INT.J.Climate 1975 -1393.
19. LamMasson, T (1974); **The influence of rainfall on Prosperity in Eastern Montana**, Mimeographed Rep. 7, Regioni, U.S, forest service).
20. Norwood, Charles A (2004); **Dryland Winter as Affected by Previous Crops**, Agronomy Journal 92 .
21. O'. Sullivan David and David J, Unwin (2003); **Geographic Information Analysis**, published by John Wiley & Sons . Inc, Hoboken New Jersey.
22. Sadeghi, R, et.al (2002); **Regional Classification Agriculture in Southern Iran**, Journal of Arid Environments, 50.
23. Veron, et.al (2004); **Interannual Variability of Wheat Yield in the Argentine Pampas During the 20 the Centurt.**
24. Zhang, Heping and Theib Oweis (1999); **Water -Yield Relation and Optimal Irrigation Scheduling of Wheat in the Mediterranean Region.** Agriculture Water Management. Vol 38.