

## تحلیل آماری اثرات متقابل خشک‌سالی بر تشدید ریزگردها و عملکرد گندم در سطح اراضی دیم استان لرستان

جواد محمدی‌نژاد<sup>۱</sup> و مرتضی خداقلی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان، <sup>۲</sup> استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۸/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۲/۱۵

### چکیده

گرد و غبار از جمله پیامدهای ناشی از خشک‌سالی‌هاست که در طی سال‌های اخیر به‌عنوان یکی از عوامل مهم و موثر بر رشد و میزان تولید گندم در کنار دیگر نوسانات اقلیمی (دما و بارش) نمایان گشته است. به‌منظور بررسی نقش اقلیم و تاثیرات احتمالی ناشی از آن در میزان فراوانی گرد و غبار و عملکرد گندم، شدت خشک‌سالی‌ها در سطح نه ایستگاه سینوپتیک استان لرستان و در طی یک دوره ۱۰ ساله ۲۰۰۹-۲۰۰۰ مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. شدت خشک‌سالی‌ها براساس شاخص SPI و در مقیاس زمانی شش‌ماهه مختوم به ماه خرداد محاسبه و ارتباط آن با توزیع فراوانی روزهای گرد و غباری (دید افقی کمتر از ۲۰۰۰ متر) و میزان اثری که می‌تواند بر عملکرد گندم دیم داشته باشد، معین شد. میزان همبستگی‌های متقابل با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون و روش رگرسیون چندگانه در محیط نرم‌افزاری SPSS و خوشه‌بندی به‌روش Ward در محیط نرم‌افزاری S-PLUS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که در سال‌هایی که ترسالی حتی به‌صورت نرمال بروز نموده است، روزهای گرد و غباری نیز در استان اتفاق افتاده و میزان عملکرد گندم به‌طور متوسط به کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار رسیده است (سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷). این در حالی است که هرگاه این میزان ترسالی از حد نرمال عبور نموده و در حدود ترسالی خفیف قرار گرفته است، روزهای غباری به صفر رسیده و میزان عملکرد گندم به‌طور متوسط به بیش از ۱۵۰۰ کیلوگرم در هر هکتار رسیده است (سال ۲۰۰۶). فراوانی روزهای گرد و غباری و میزان عملکرد گندم در اکثر ایستگاه‌ها، به‌صورت مثبت و مستقیم مرتبط هستند و در خرم‌آباد، کوه‌دشت و بروجرد به‌ترتیب به میزان ۰/۷۸۴، ۰/۶۲۶ و ۰/۹۳۳ به‌صورت مستقیم ظاهر شده و به‌طور تقریباً کامل و معکوس در ایستگاه ازنا به میزان ۰/۹۲۶- قابل مشاهده است.

**واژه‌های کلیدی:** ترسالی، گرد و غبار، رگرسیون چندمتغیره، همبستگی پیرسون، SPI

### مقدمه

محصول راهبردی از اهمیت بیشتری برخوردار است (Ensaifi Moghadam, ۲۰۰۴). اثرات گرد و غبار بر روی محصولات زراعی، باغی، گیاهان مرتعی، جنگل‌ها و جوامع خزه و گلسنگ شناخته شده است. با این حال تاکنون تحقیق و بررسی دقیقی (حداقل در ایران) در

شناخت عوامل اقلیمی و اثر آن‌ها روی گیاهان زراعی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش یا کاهش عملکرد و تولید می‌باشد و این موضوع به‌ویژه در شرایط کشاورزی دیم، به‌ویژه گندم به‌عنوان یک

سویا، بادام‌زمینی و پنبه) در ایالات جورجیای آمریکا را مورد مطالعه قرار دادند. طوفان‌های گرد و غبار اثرات منفی را در بخش‌های مختلف کشاورزی دارد، از جمله این که باعث کاهش بازده محصولات به دلیل زیر خاک کردن گیاهچه‌ها به وسیله رسوبات شن، خسارات روی بافت‌های گیاه و کاهش فعالیت فتوسنتزی به علت پراکنش ماسه‌ها، تأخیر در نمو گیاه، افزایش ریسک خشکی در آخر فصل می‌شود (Engelstaedter و Tegan، ۲۰۰۶). ذرات معدنی موجود در گرد و غبار بر تشکیل ابر، خصوصیات ابر و میزان نزولات جو اثر می‌گذارد (Krueger و همکاران، ۲۰۰۴).

تغییرات مقادیر گازهای گلخانه‌ای، منجر به تغییر دما، بارندگی و دیگر پارامترهای اقلیمی شده و در نهایت باعث تغییر در میزان رطوبت خاک، افزایش سطح آب دریاها، افزایش دما و وقوع سیل و خشک‌سالی در بسیاری از مناطق دنیا می‌شود (Houghton و همکاران، ۱۹۹۶). Qiring Steven و همکاران (۲۰۰۳)، شاخص بهای خشک‌سالی کشاورزی را در چمن‌زارهای کانادا بررسی کردند. این پژوهش اندیس Z بهترین اندیس برای تعیین خشک‌سالی و روش مناسب برای برآورد تولید گندم در طول فصل رشد، به دست آمد. Kokic و همکاران (۲۰۰۵) به بررسی اثرات طولانی مدت تغییرات آب و هوایی روی محصولات اساسی در استرالیا پرداختند. آن‌ها برای این منظور دو سناریوی مختلف تغییر اقلیمی را مورد مطالعه قرار داده و دامنه توانائی‌های محیط را برای محصولات کشاورزی مختلف که ممکن است در این شرایط کشت شوند، مشخص کردند. از جمله اصلاح مدیریت بهره‌برداری از آب و بهبود و ایجاد تکنولوژی‌های جدید و استفاده از محصولات با گونه‌های مقاوم به خشکی، استراتژی‌هایی است که آن‌ها برای کاهش آسیب‌پذیری در مقابل تغییرات طولانی مدت اقلیمی پیشنهاد کردند.

Sun و همکاران (۲۰۰۷) نیز با استفاده از مدل رگرسیونی به بررسی رابطه بین پارامترهای اقلیمی و عملکرد محصول ذرت طی سال‌های ۱۹۵۲ تا ۲۰۰۱ در ایالت نسبتاً خشک سیرا در کشور برزیل پرداخته و توانایی پیش‌بینی عملکرد محصول ذرت را با استفاده از پیش‌بینی‌های فصلی اقلیم منطقه بر مبنای الگوی

زمینه اثرات گرد و غبار بر عملکرد گیاهان زراعی و باغی صورت نگرفته است (Shabestari، ۱۹۹۰). گرد و خاک می‌تواند در فرآیند فتوسنتز، تنفس و تعرق اثرگذار باشد و گازهای سمی همراه با گرد و غبار نیز می‌توانند از طریق روزنه‌ها وارد گیاه شوند. اغلب جوامع گیاهی تحت تأثیر گرد و غبار قرار می‌گیرند و ممکن است باعث تغییر در ترکیب گیاهی شود.

با توجه به این که تغییر شرایط آب و هوایی، فعالیت‌های کشاورزی را به‌طور دائم در معرض مخاطره قرار می‌دهد، انجام مطالعاتی که موجب کاستن از این خطرپذیری باشد، ضرورت پیدا می‌کند. Glantz و Wilhite (۱۹۸۵) خشک‌سالی‌ها را به چهار دسته خشک‌سالی هواشناسی کشاورزی، هیدرولوژی، اقتصادی و اجتماعی طبقه‌بندی نمودند، به طوری که در این طبقه‌بندی همه خشک‌سالی‌ها به ترتیب از همدیگر تأثیر پذیرفته‌اند و خشک‌سالی هواشناسی به‌عنوان عامل مهم تأثیرگذار بیان می‌شود. در رابطه با نوسانات اقلیمی و تأثیر آن‌ها بر محصولات کشاورزی تحقیقات بسیاری صورت گرفته است که از این میان می‌توان به تلاش‌های Alexandrov (۱۹۹۷) اشاره کرد که اثر تغییرات اقلیم بر محصولات کشاورزی در بلغارستان را مورد مطالعه قرار داده است.

Graef و Stahr (۲۰۰۰) اقلیم کشاورزی جنوب غربی نیجریه را به‌منظور مدیریت بهتر مورد بررسی قرار دادند. غرب ایران با توجه به محیط طبیعی و نزدیکی با مناطق منشا گرد و غبار در غرب آسیا، منطقه‌ای مستعد برای رخداد پدیده گرد و غبار به‌صورت مکرر است. به طوری که سازمان حفاظت محیط زیست در گزارشی وقوع خشک‌سالی در پهنه‌های سازمان ملل رسوبی و ریزدانه حوزه‌های آبخیز موجود این مناطق را منطقه جنوب غرب ایران و کشورهای همسایه مانند عراق را با کاهش رطوبت سطحی و زیرسطحی و همچنین، از بین رفتن پوشش‌های گیاهی، مهم‌ترین علل تشدید پدیده گرد و غبار دانست. همچنین، عوامل انسانی مانند احداث سدهای عظیم بر روی رودهای منتهی به حوزه آبخیز بین‌النهرین را از دیگر عوامل تأثیرگذار بر این واقعه بر شمرده. تغییرات اقلیمی در طی قرن بیستم و رابطه آن با نوسانات عملکرد محصولاتی از قبیل (گندم، ذرت،

ناحیه جنوب غربی ایران بین  $46^{\circ}$  و  $50'$  تا  $50^{\circ}$  و  $01'$  طول شرقی و  $32^{\circ}$  و  $40'$  تا  $34^{\circ}$  و  $23'$  عرض شمالی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است (جدول ۱). میانگین ارتفاع آن بیش از ۲۲۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد و پست‌ترین نقطه استان با ارتفاع ۲۳۹ متر در دشت‌های استان و بلندترین قله آن اشترانکوه با ارتفاع حدود ۴۰۸۰ متر از سطح دریا در میان رشته‌کوه زاگرس قرار دارد. این استان حدود ۷۲ درصد از مساحت کل کشور در رتبه ۱۶ استان به لحاظ وسعت قرار دارد. شکل ۱ موقعیت استان لرستان در کشور ایران را نشان می‌دهد.

در این پژوهش با تهیه داده‌های بارش ایستگاه‌های سینوپتیک سطح استان لرستان (۲۰۰۹-۱۹۹۹) از سازمان هواشناسی استان، به دلیل بررسی خشک‌سالی موثر از شاخص بارش استاندارد (SPI) در مقیاس زمانی شش‌ماهه منتهی به ماه ژوئن (خرداد) استفاده شد. برای مقیاس زمانی شش‌ماهه برای ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، می و ژوئن (دی، بهمن، اسفند، فروردین، اردیبهشت و خرداد) خشک‌سالی بهاره-زمستانه بررسی شد. انتخاب این ماه‌ها به واسطه تاثیرپذیری کشت گندم دیم در حال رشد، در ماه‌های یادشده و تاثیرپذیری آن از نوسانات اقلیمی طی سال‌های مورد مطالعه می‌باشد.

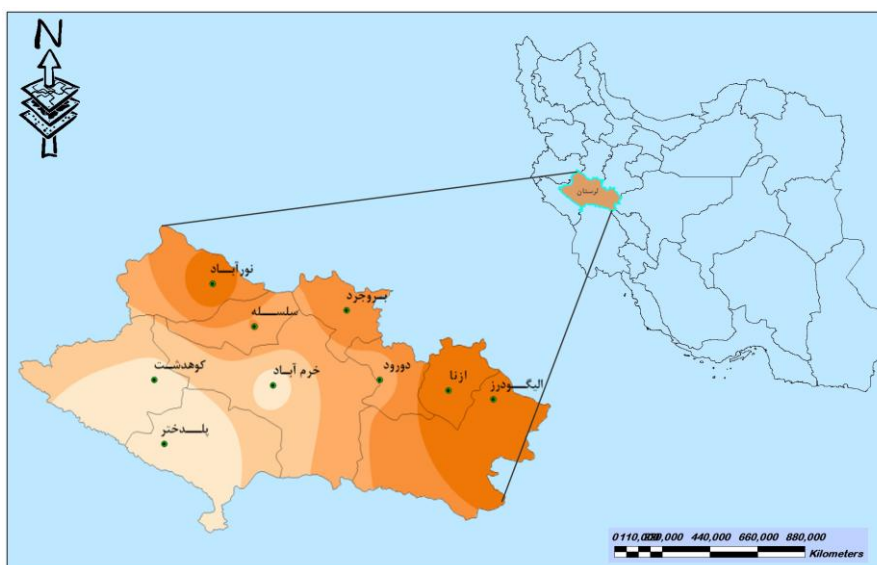
عمومی دمای سطح دریا ارزیابی کردند. آن‌ها یک ضریب آب و هوایی به منظور اندازه‌گیری شدت خشک‌سالی ارائه کرده و آن را به‌عنوان بهترین پارامتر در پیش‌بینی عملکرد ذرت معرفی کرده‌اند.

Bazgir (۱۹۹۹) در پژوهش خود با موضوع بررسی پتانسیل اقلیمی زراعت گندم دیم، پاسخ عملکرد گندم را به تغییرات آب و هوایی تعیین کرد. Hasheminia (۱۹۹۹) با استفاده از رابطه بارندگی و عملکرد گندم دیم استان‌های غرب کشور میزان عملکرد گندم دیم را برآورد کرد. Yazdan Panah و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر عناصر اقلیمی را بر عملکرد گندم دیم در آذربایجان شرقی بررسی و دریافتند. بارش مهم‌ترین عامل در تعیین عملکرد گندم دیم در این منطقه می‌باشد. تعداد روزهای غباری ایران با دما رابطه مستقیم و با روزهای بارانی رابطه عکس را نشان می‌دهد (Masoudiyan, ۲۰۱۱).

هدف اصلی از انجام این پژوهش، بررسی تاثیر خشک‌سالی به‌عنوان یکی از پدیده‌های مهم اقلیمی، بر وقوع گرد و غبار و آثار احتمالی آن در میزان عملکرد گندم در سطح اراضی دیم استان لرستان می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

استان لرستان با مساحتی حدود ۲۸۱۵۷.۸۵ کیلومتر مربع حدود ۱/۷ درصد از مساحت کشور، در



شکل ۱- موقعیت استان لرستان در کشور ایران

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی استان لرستان و شهرستان‌های مورد مطالعه

شهرستان	طول شرقی		عرض شمالی	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کل استان	درجه ۴۶	دقیقه ۵۰	درجه ۳۲	دقیقه ۲۳
الیگودرز	درجه ۴۸	دقیقه ۴۷	درجه ۳۲	دقیقه ۳۵
بروجرد	درجه ۴۸	دقیقه ۴۹	درجه ۳۳	دقیقه ۶
خرم‌آباد	درجه ۴۷	دقیقه ۴۱	درجه ۳۲	دقیقه ۵۱
دلفان	درجه ۴۷	دقیقه ۲۶	درجه ۳۳	دقیقه ۲۲
دورود	درجه ۴۸	دقیقه ۴۶	درجه ۳۳	دقیقه ۴۵
کوهدشت	درجه ۵۰	دقیقه ۵۱	درجه ۹	دقیقه ۳۳
ازنا	درجه ۴۹	دقیقه ۱۳	درجه ۱۲	دقیقه ۴۵
پلدختر	درجه ۴۷	دقیقه ۲۵	درجه ۳۲	دقیقه ۳۰
سلسله	درجه ۴۷	دقیقه ۵۰	درجه ۳۳	دقیقه ۲۲

سطح اراضی دیم استان از سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان و با وارد نمودن در محیط نرم‌افزاری SPSS، SPSS و Excel و S-plus ۲۰۰۰ به انجام تحلیل‌های آماری (میزان همبستگی میان متغیرها به روش پیرسون و رگرسیون چند متغیره) و ترسیم نمودارهای مورد نیاز اقدام شده است.

### نتایج و بحث

بررسی شکل ۲ تغییرات شاخص بارش استاندارد (SPI) شش‌ماهه طی سال‌های (۱۹۹۹-۲۰۰۹) در ایستگاه‌های لرستان را نشان می‌دهد که با توجه آن در سطح استان خشک‌سالی‌های متعددی به صورت خفیف تا بسیار شدید به وقوع پیوسته است، مقادیر SPI در سال ۱۹۹۹ در ایستگاه‌های سلسله با ۱/۱۳- به صورت خشک‌سالی متوسط، درود با مقدار ۱/۷- به صورت خشک‌سالی شدید و پلدختر با مقدار ۱/۰۴- به صورت خشک‌سالی متوسط ظاهر شده است. در سال ۲۰۰۰ مقادیر SPI در ایستگاه خرم‌آباد با مقدار ۲/۱- به صورت خشک‌سالی بسیار شدید، کوهدشت با ۱/۸۱- به صورت خشک‌سالی شدید، پلدختر با ۱/۳۱- و ایستگاه‌های الیگودرز و بروجرد با مقدار ۱/۱۴- به صورت خشک‌سالی متوسط نمایان هستند. سال ۲۰۰۸ که خشک‌سالی با شدت بیشتری نسبت به سال‌های دیگر قابل لمس بوده است. خشک‌سالی

به‌منظور بررسی روند خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌ها در گستره استان لرستان رابطه ۱ برای شاخص بارش استاندارد سالانه به صورت زیر ارائه شده است (جدول ۲).

$$SPI = \frac{P_i - \bar{P}}{S} \quad (1)$$

که در آن، SPI شاخص بارش استاندارد،  $P_i$  مقدار بارش در دوره مورد نظر،  $\bar{P}$  میانگین دراز مدت بارش برای دوره آماری مورد نظر و S انحراف معیار مقادیر بارش است.

جدول ۲- طبقه‌بندی خشک‌سالی براساس شاخص SPI

طبقه	مقادیر SPI
ترسالی بسیار شدید	۲ و بیشتر
ترسالی شدید	۱/۹۹ تا ۱/۵
ترسالی متوسط	۱/۴۹ تا ۱
ترسالی خفیف	۰/۹۹ تا ۰/۵
نرمال	۰/۴۹ تا -۰/۴۹
خشک‌سالی خفیف	-۰/۹۹ تا -۰/۵
خشک‌سالی متوسط	-۱/۴۹ تا -۱
خشک‌سالی شدید	-۱/۹۹ تا -۱/۵
خشک‌سالی بسیار شدید	-۲ و کمتر

با تهیه داده‌های مربوط به توزیع و فراوانی تعداد روزهای گرد و غباری ثبت شده در سطح ایستگاه‌های سینوپتیک استان و استخراج فراوانی روزهای غباری با دید افقی کمتر از ۲۰۰۰ متر و همچنین، با تهیه داده‌های مربوط به میزان عملکرد گندم در هکتار در

<sup>1</sup> Standard Precipitation Index

مقابل سال‌هایی که حداقل عملکرد گندم را نشان می‌دهد، منطبق با سال‌هایی بوده که شرایط خشک‌سالی و بیشترین تعداد روزهای غباری در سطح استان حاکم بوده است.

بیشترین فراوانی روزهای غباری طی سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ در استان به‌وقوع پیوسته است. در مجموع با توجه به خوشه‌بندی انجام گرفته، شهرستان‌های پلدختر و خرم‌آباد با فراوانی ۳۶ روز غباری و شهرستان‌های سلسله و درود به‌ترتیب با فراوانی ۳۱ و ۳۲ روز غباری در خوشه‌بندی، در رتبه‌های اول و دوم قرار دارند و در رتبه سوم شهرستان‌های دلفان، کوهدشت، بروجرد و الیگودرز با فراوانی ۱۵ تا ۱۹ روز غباری و شهرستان ازنا با کمترین روز غباری (۷ روز) در رتبه چهارم این خوشه‌بندی در دید افقی کمتر از ۲۰۰۰ متر در طی سال‌های آماری (۱۹۹۹-۲۰۰۹)، در استان لرستان قابل ملاحظه است (شکل ۴).

به‌صورت بسیار شدید در ایستگاه‌های کوهدشت، ازنا و پلدختر به‌ترتیب با مقادیر ۲/۵۵-، ۲/۴۵- و ۲/۳۷- درود با مقدار ۱/۵- به‌صورت خشک‌سالی شدید و سلسله با مقدار ۱/۰۴- به‌صورت خشک‌سالی متوسط نمایان است.

شکل ۳ خوشه‌بندی مناطق مختلف استان لرستان را به لحاظ شدت خشک‌سالی طی دوره آماری (۱۹۹۹-۲۰۰۹)، نشان می‌دهد که ایستگاه‌های ازنا و خرم‌آباد با شدت کم و ایستگاه‌های سلسله، کوهدشت و پلدختر با شدت بیشتری نسبت به دیگر ایستگاه‌ها خشک‌سالی را لمس نموده‌اند.

شدیدترین خشک‌سالی‌ها مربوط به سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ می‌باشند که در بررسی فراوانی روزهای گرد و غباری سال‌های مورد بررسی نیز نمود پیدا کرده است، سال ۲۰۰۶ در شاخص SPI به‌عنوان ترسالی در سطح استان منطبق بر عدم روزهای گرد و غباری و عملکرد بالای گندم در این سال می‌باشد، در

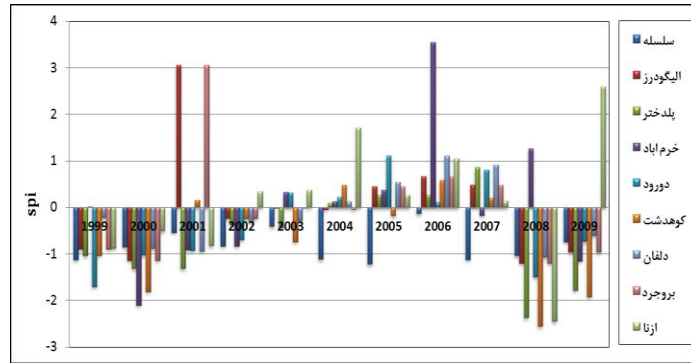
جدول ۳- فراوانی وقوع سالانه گرد و غبار در دید افقی کمتر از ۲۰۰۰ متر در ایستگاه‌های لرستان

ایستگاه	سلسله	الیگودرز	پلدختر	خرم‌آباد	درود	کوهدشت	دلفان	بروجرد	ازنا
۲۰۰۰	۲	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۲	۰
۲۰۰۱	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۰۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰
۲۰۰۳	۱	۲	۱	۴	۲	۱	۱	۲	۰
۲۰۰۴	۰	۰	۱	۲	۲	۰	۰	۰	۰
۲۰۰۵	۳	۰	۵	۴	۱	۱	۱	۰	۱
۲۰۰۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۰۷	۲	۱	۰	۴	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۰۸	۱۰	۴	۱۳	۸	۱۴	۵	۴	۱	۱
۲۰۰۹	۱۲	۸	۱۲	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۱	۵
مجموع	۳۱	۱۵	۳۶	۳۶	۳۲	۱۹	۱۸	۱۶	۷

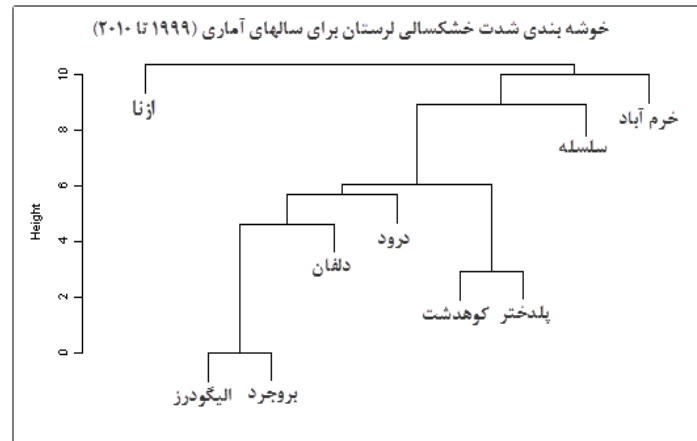
منطبق بر تعداد روزهای غباری در سال‌های مورد نظر است (جدول ۳). شکل ۷ نشان‌دهنده خوشه‌بندی شهرستان‌ها در تولید گندم در طی دوره آمار زراعی می‌باشد که براساس آن در مجموع شهرستان درود با ۱۳۰۱/۵ و سلسله با ۱۲۰۱/۳ کیلوگرم در هر هکتار، به‌عنوان بالاترین رده‌های تولید گندم در طی دوره آماری مورد مطالعه و ازنا با ۹۰۱/۵، پلدختر با ۹۰۸/۴ و الیگودرز با ۹۵۸/۳ کیلوگرم در هر هکتار در رده‌های حداقلی تولید و عملکرد در سطح استان قرار دارند.

با بررسی شکل ۶ می‌توان دریافت که سال‌های زراعی ۱۹۹۹-۲۰۰۰ و ۲۰۰۷-۲۰۰۸ به‌طور متوسط میزان عملکرد گندم در کمتر از ۶۵۰ کیلوگرم در هکتار در سطح اراضی دیم استان نمایان گشته که منطبق بر شاخص خشک‌سالی و روزهای غباری است. طی این دوره آماری (۱۹۹۹-۲۰۰۹) می‌توان بیشترین میزان عملکرد گندم را در سال‌های زراعی ۲۰۰۲-۲۰۰۱ و ۲۰۰۶-۲۰۰۷ را با متوسط تولید بیش از ۱۴۶۰ کیلو در هر هکتار را مشاهده نمود که دقیقاً

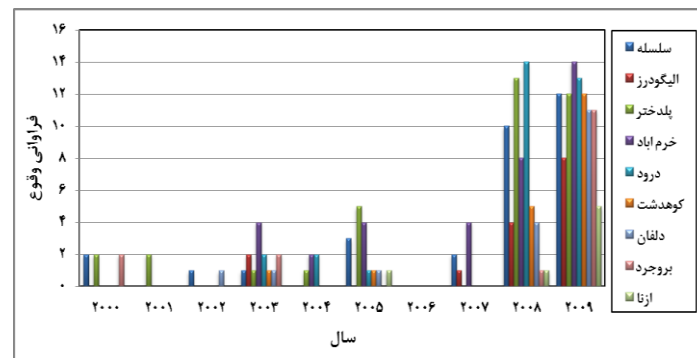




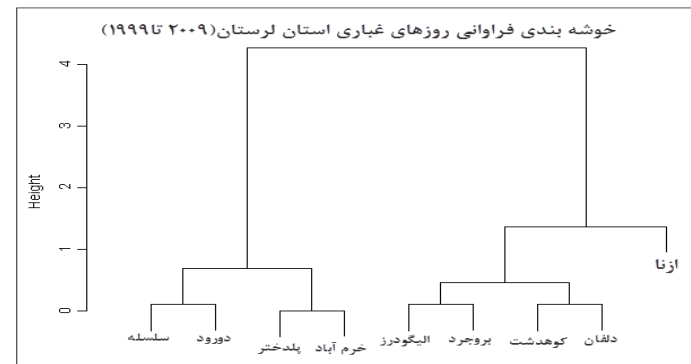
شکل ۲- تغییرات شاخص بارش استاندارد شش ماهه طی سال‌های ۱۹۹۹-۲۰۰۹



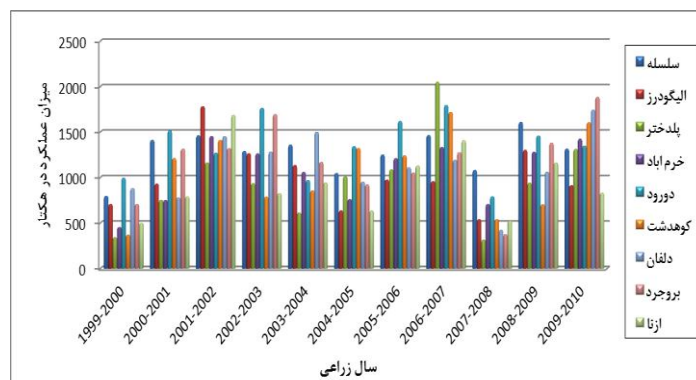
شکل ۳- خوشه‌بندی مناطق مختلف شدت خشک‌سالی استان لرستان



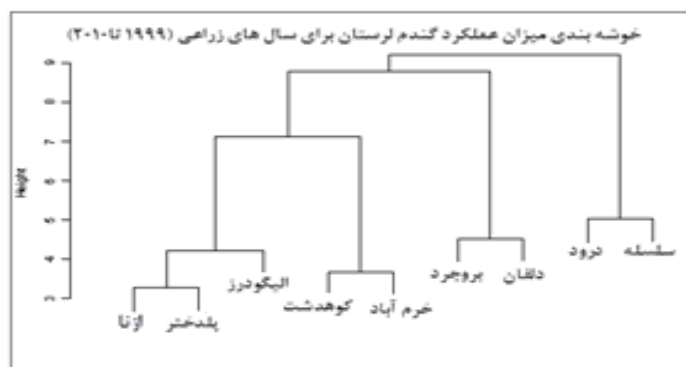
شکل ۴- فراوانی وقوع سالانه گرد و غبار در دید افقی کمتر از ۲۰۰۰ متر



شکل ۵- توزیع تعداد روزهای غباری با دید افقی کمتر از ۲۰۰۰ متر



شکل ۶- میزان عملکرد گندم در هکتار در اراضی دیم استان لرستان ۱۹۹۹-۲۰۱۰



شکل ۷- خوشه‌بندی میزان عملکرد گندم در استان لرستان طی در سال‌های زراعی ۱۹۹۹-۲۰۱۰

به‌صورت ۱۰۰ درصد دخیل بوده است و به طریقی متغیرهای بارش و غبار یک رابطه خطی مثبت و مستقیمی با میزان عملکرد گندم را دارا می‌باشد و در شهرستان‌های الیگودرز، خرم‌آباد و کوهدشت این تاثیرپذیری گندم به‌ترتیب در سطح ۵۷/۷۱ و ۷۹ درصد قرار دارد، در دیگر مناطق ضریب تعیین در سطح پایینی قرار دارد.

از سویی، ضریب همبستگی نیز در متغیرهای یادشده در بروجرد ۹۹ درصد و ازنا با مقدار +۱ به‌صورت کامل و مستقیم و در شهرستان‌های الیگودرز ۸۴، پلدختر ۶۰، خرم‌آباد ۷۶ و کوهدشت ۸۹ درصد را نشان می‌دهد. با توجه جدول مذکور آماره F مورد مشاهده در کوهدشت، بروجرد و ازنا، فرض صفر رد شده و نتیجه گرفته می‌شود که بین میزان عملکرد گندم نسبت به بارش و فراوانی روزهای گرد و غباری در آن‌ها رابطه وجود دارد.

در جدول ۵ برای بررسی رابطه میزان تولید گندم با شاخص SPI و فراوانی روزهای گردوغباری، از آزمون همبستگی دو متغیره پیرسون استفاده شد. در بررسی

براساس مطالب بیان شده می‌توان چنین ادعا نمود که در شاخص SPI، هر گاه در سال‌هایی که ترسالی در آن‌ها حتی به‌صورت نرمال بروز نموده است، در آن سال‌ها روزهای گرد و غباری نیز در استان اتفاق افتاده است و میزان عملکرد گندم در اراضی دیم لرستان به‌طور متوسط در کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هر هکتار رسیده است (سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷). این در حالی است که هرگاه این میزان ترسالی از حد نرمال عبور نموده و در حدود ترسالی خفیف وارد شده است، روزهای غباری در استان لرستان به صفر رسیده است و میزان عملکرد گندم در اراضی دیم لرستان به‌طور متوسط به بیش از ۱۵۰۰ کیلوگرم در هر هکتار رسیده است (سال ۲۰۰۶).

**تحلیل رگرسیون چندگانه:** ضریب تبیین یکی از مهم‌ترین معیارها برای برازش خط رگرسیون می‌باشد با توجه به جدول ۴ ضریب تبیین تحلیل‌شده نشان می‌دهد که تاثیرات بارش (به‌صورت خشک‌سالی و ترسالی) و فراوانی گرد غبارهای به وقوع پیوسته در عملکرد گندم، در شهرستان بروجرد ۹۸ درصد و ازنا



همبستگی در خرم‌آباد، کوهدشت و بروجرد به ترتیب به میزان ۰/۷۸۴، ۰/۶۲۶ و ۰/۹۳۳ به صورت مستقیم و مثبت ظاهر شده و به طور تقریباً کامل و معکوس در ایستگاه ازنا به میزان ۰/۹۹۶- مشاهده می‌شود.

همبستگی میان فراوانی روزهای گردوغباری و میزان عملکرد گندم در لرستان می‌توان به این نتیجه رسید که این همبستگی در اکثر شهرستان‌ها به صورت مثبت و مستقیمی وجود دارد، اما به صورت قابل توجه این

جدول ۴- تحلیل رگرسیون چندگانه متغیرهای متاثر و خشک‌سالی و گرد و غبار نسبت به عملکرد گندم در لرستان (۱۹۹۹-۲۰۰۹)

sig	ضریب استاندارد نشده		آماره F	برآورد خطای استاندارد	ضریب تعیین	همبستگی B	ضرایب آماره مدل
	خطای استاندارد نشده	B					
۲۰/۷۸	۴۶۹/۱۹۱	۲۱۴۲۳/۲	۰/۲۶۱	۸۳۳۱/۴	۰/۱۱۵	۰/۳۴	سلسله
۰/۵۳۸	۳۰۸/۶۳۲	۷۲۷/۴۶۹	۱/۲۲	۳۲۹/۴۶	۰/۷۱	۰/۸۴۳	الیگودرز
۰/۴۰۶	۱۶۳/۰۸۵	۸۰۹/۰۶۸	۱/۱۳۹	۲۸۱/۴۹	۰/۳۶۳	۰/۶۰۲	پلدختر
۰/۴۲۵	۱۷۰/۵۹۱	۱۰۹۶/۹۶	۱/۳۵۲	۲۵۰/۰۶	۰/۵۷۵	۰/۷۵۸	خرم‌آباد
۰/۷۲۵	۶۱۱/۷۸۹	۱۰۷۰/۹۵	۰/۳۷۹	۴۶۸/۱۶۹	۰/۲۷۵	۰/۵۲۴	درود
۰/۴۵۸	۲۳۶/۱۳۹	۱۲۰۸/۹۲	۱/۸۸۶	۲۶۸/۵۸	۰/۷۹	۰/۸۸۹	کوهدشت
۰/۸۱۸	۳۱۱/۹۵۲	۱۱۴۳/۵۳	۰/۲۲۲	۸۵۰۲/۲	۰/۱۸۲	۰/۴۲۶	دلفان
۰/۱۳۹	۱۵۶/۵۶۸	۱۵۷۲/۷۴	۲۵/۴۰۲	۱۴۵/۶۴	۰/۹۸۱	۰/۹۹	بروجرد
.	.	۵۱۷/۲۲۱	.	.	۱	۱	ازنا

همبستگی پیرسون است و مناطقی که دارای همبستگی معکوسی هستند، معمولاً در مناطق گرمسیری استان که عملاً بارش پایین و فراوانی روزهای غباری نیز بیشتر است، قرار دارد. این نتایج بیان‌کننده این مطلب است که همراه با افزایش شاخص SPI و یا به عبارتی مرطوب بودن، تقریباً در استان لرستان کاهش میزان روزهای غباری و افزایش شاخص عملکرد گندم اتفاق افتاده است. البته این ادعا را نمی‌توان در همه مناطق صادق دانست، زیرا لرستان خارج از شرایط متنوع اقلیمی، از وضعیت توپوگرافی متفاوتی نیز برخوردار است. در مقابل، هر چه شاخص پایین‌تر و میل به منفی شدن داشته باشد، شرایط خشکی مهیا می‌شود. بنابراین، افزایش روزهای غباری و به نوبه کاهش در میزان عملکرد گندم در استان را به دنبال خواهد داشت.

به طور کلی، وضعیت استان در ارتباط با تاثیراتی که خشک‌سالی و غبار در میزان تولید گندم دارد را به طور متوسط می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که برابر شاخص SPI، سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۰۴، ۲۰۰۵، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ به عنوان ترسالی و با عملکرد گندم بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در استان خودنمایی می‌کنند. اما به صورت قابل ملاحظه، می‌توان

با توجه به جدول ۵ بیشترین میزان همبستگی بین فراوانی توزیع روزهای گرد و غباری و شاخص SPI به طور متغیر قابل ملاحظه است، اما شهرستان‌های الیگودرز (به صورت معکوس با مقدار ۰/۹۴۴-)، خرم‌آباد (به صورت معکوس با مقدار ۰/۶۵۰-)، درود (به صورت معکوس با مقدار ۰/۵۰۵-)، کوهدشت (به صورت معکوس با مقدار ۰/۹۱۶-) و ازنا (به صورت مستقیم با مقدار ۰/۸۷۱)، دارای مقادیر معنی‌داری می‌باشند، میزان همبستگی بین میزان عملکرد گندم در شاخص SPI را به صورت مستقیم و مثبت تنها در ایستگاه شهرستان الیگودرز با مقدار ۰/۶۲۵+ قابل ملاحظه است.

روزهای غباری شامل روزهای است که در آن دید افقی کمتر از دو کیلومتر باشد (Masoudiyan, ۲۰۱۱). استان لرستان در سال ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ از وضعیت بارشی مطلوبی برخوردار بوده و در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۸ خشک‌ترین سال‌ها را در شاخص SPI را در خود ثبت نموده است، این سال‌ها که با حداقل و حداکثر فراوانی‌های روزهای گرد و غباری و میزان عملکرد گندم در استان نیز منطبق هستند. میزان عملکرد گندم با شاخص SPI و فراوانی روزهای غباری نیز دارای ارتباط مستقیمی در ضریب

۱/۱۹- و ۱/۳۴- خشک‌ترین سال‌ها را در طی دوره آماری (۱۹۹۹-۲۰۰۹) را نشان می‌دهند که در عملکرد تولید گندم میزان تولیدی کمتر از ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار و میزان تاثیر غبار در سال ۲۰۰۸ با هفت روز در سال بوده است.

ترسالی‌های سال ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ را با مقادیر SPI ۰/۸۷ و ۰/۲۹ را با حداقل روزهای غباری را مشاهده نمود که میزان عملکرد گندم به ترتیب در آن‌ها ۱۱۸۸ و ۱۴۶۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمده است، سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۸ به ترتیب با مقادیر SPI

جدول ۵- ضرایب و معادله رگرسیون خطی میان عملکرد گندم، بارش و گرد و غبار لرستان (۱۹۹۹-۲۰۰۹)

معادله رگرسیون برآورد شده	انحراف معیار	ضریب همبستگی پیرسون			ایستگاه
		عملکرد گندم	گرد و غبار	شاخص SPI	
$Yt = 0.044 - 0.036455 * t$	۰/۳۴۰۸۶	۰/۳۱۳	۰/۲۱۵	۱	شاخص SPI
$Yt = -1.83 + 1.07 * t$	۴/۵۷۷۳۸	۰/۴۵۵	۱	۰/۲۱۵	سلسله گرد و غبار
$Yt = 1147 + 22.7 * t$	۲۲۹/۹۱۱۴۸	۱	۰/۴۵۵	۰/۳۱۳	عملکرد گندم
$Yt = 1123 - 18.0045 * t$	۱/۰۶۹۵۴	۰/۶۲۵*	-۰/۹۴۴*	۱	شاخص SPI
$Yt = 0.14 + 0.759 * t$	۳/۰۹۵۷	۰/۲۴۱	۱	-۰/۹۴۴*	الیگودرز گرد و غبار
$Yt = 1123 - 18.0045 * t$	۳۵۱/۱۰۷۰۳	۱	۰/۲۴۱	۰/۶۲۵*	عملکرد گندم
$Yt = -0.696 + 0.0316 * t$	۰/۸۳۱۴۶	-۰/۰۸۸	-۰/۳۲۲	۱	شاخص SPI
$Yt = -2.05 + 1.36 * t$	۵/۲۰۹۸۸	۰/۴۶۷	۱	-۰/۳۲۲	پلدختر گرد و غبار
$Yt = 643 + 52.5 * t$	۴۸۳/۳۶۱۰۶	۱	۰/۴۶۷	-۰/۰۸۸	عملکرد گندم
$Yt = -1.97 + 0.627 * t$	۱/۳۵۵۶۹	-۰/۰۱۵	-۰/۶۵	۱	شاخص SPI
$Yt = 0.00 + 1.50 * t$	۴/۳۸۱۷۸	۰/۷۸۴	۱	-۰/۶۵	خرم آباد گرد و غبار
$Yt = 627 + 121 * t$	۳۳۹/۷۲۴۵۴	۱	۰/۷۸۴	-۰/۰۱۵	عملکرد گندم
$Yt = -3.245 + 1.192 * t$	۱/۰۸۹۵۵	۰/۱۳۴	-۰/۵۰۵	۱	شاخص SPI
$Yt = -2.45 + 2.33 * t$	۶/۵۹۲۹۳	۰/۲۱۷	۱	-۰/۵۰۵	درود گرد و غبار
$Yt = 627 + 121 * t$	۳۳۹/۷۲۴۵۴	۱	۰/۲۱۷	۰/۱۳۴	عملکرد گندم
$Yt = -2.355 + 0.917 * t$	۱/۰۰۸۵۴	-۰/۰۰۹	-۰/۹۱۶	۱	شاخص SPI
$Yt = -2.21 + 1.64 * t$	۵/۱۸۸۱۳	۰/۶۲۶	۱	-۰/۹۱۶	کوهدهشت گرد و غبار
$Yt = 624 + 146 * t$	۴۴۳/۵۳۱۷۷	۱	۰/۶۲۶	-۰/۰۰۹	عملکرد گندم
$Yt = -0.529 + 0.0972 * t$	۰/۷۲۹۷۶	-۰/۱۷	-۰/۳۹۲	۱	شاخص SPI
$Yt = -1.58 + 1.18 * t$	۵/۱۷۶۷۸	۰/۲۸۹	۱	-۰/۳۹۲	نورآباد گرد و غبار
$Yt = 1030 + 16.2 * t$	۳۶۹/۴۶۵۴۴	۱	۰/۲۸۹	-۰/۱۷	عملکرد گندم
$Yt = -0.652 + 0.0207 * t$	۰/۸۹۵۵۲	-۰/۰۶	۰/۳۶۲	۱	شاخص SPI
$Yt = 0.33 + 0.611 * t$	۴/۶۹۰۴۲	۰/۹۳۳	۱	۰/۳۶۲	بروجرد گرد و غبار
$Yt = 1064 + 21.4 * t$	۴۲۴/۵۳۱۱۷	۱	۰/۹۳۳	-۰/۰۶	عملکرد گندم
$Yt = -0.791 + 0.185 * t$	۱/۳۰۷۷۲	-۰/۱۵۹	۰/۸۷۱	۱	شاخص SPI
$Yt = -0.23 + 0.769 * t$	۲/۳۰۹۴	-۰/۹۹۶	۱	۰/۸۷۱	ازنا گرد و غبار
$Yt = 895 + 9.17 * t$	۳۶۹/۵۸۸۶۷	۱	-۰/۹۹۶	-۰/۱۵۹	عملکرد گندم

توجه به وقوع خشک‌سالی‌های متعددی که در سطح استان به وقوع پیوسته است و در آینده نیز می‌توان با نوسانات متعددی شاهد وقوع آن و به تبع افزایش روزهای غباری نیز بود، بنابراین مراکز تحقیقاتی زیربند در جهاد کشاورزی نیز باید با برنامه‌ریزی‌های مدون نسبت به تولید ارقام مقاوم گندم نسبت به خشک‌سالی

بنابراین، برای کاستن هر چه بیشتر تاثیرات ناشی از خشک‌سالی و آثار زیانباری که گرد و غبار می‌تواند در کاهش تولید گندم داشته باشد، باید طرح‌های عمرانی وزارت نیرو در راستای انتقال آب رودهای خروجی از استان برای شرب اراضی کشاورزی دیم استان به صورت تحت فشار تحقق یابد و همچنین، با

و آفات ناشی از هجوم گرد و غبارها اقدام نمایند تا  
کیفیت و کمیت تولید گندم و به طور کلی امنیت  
غذایی در معرض خطر قرار نگیرد.

#### منابع مورد استفاده

- Alexandrov, V. 1997. GCM climate change scenarios for Bulgaria. *Journal of Meteorology and Hydrology*, 8(3-4): 104-120.
- Bazgir, S. 1999. To study the climatic potential of dry whey farming, case study in Kordestan province. MSc Thesis, Department of Agriculture, University of Tehran, (in Persian).
- Engelstaedter, S., I. Tegan and R. Washington. 2006. North African dust emissions and transport. *Earth-Science Reviews*, 79(1-2): 73-100.
- Graef, F. and K. Stahr. 2000. Landscapes and soils in SW-Niger in adapted farming in West Africa: issues, potentials and perspectives. F. Graef, P. Lawrence and M. Von Oppen (Editors) Verlag Ulrich E. Grauer, Stuttgart, Germany.
- Hashemina, M. 1999. Dry farming recent approaches to stability. Mashhad Jahad University Publication, 223 pages (in Persian).
- Houghton, J., L. Meira, B. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell. 1996. *Climate change 1995*. Cambridge University Press, Cambridge, 63 pages.
- Kokic, P., A. Heaney, L. Pechey, S. crimp and S. Brian. 2005. Climate change: predicting the impacts on agriculture: a case study. *Australian Commodities*, 12(1): 161-170.
- Krueger, B.J., V.H. Grassian, J.P. Cowin and A. Laskin. 2004. Heterogeneous chemistry of individual mineral dust particles from different dust source regions: the importance of particle mineralogy. *Atmospheric Environment*, 38(36): 6253-6261.
- Masoudiyan, M. 2011. *Iran climate*. Toos Sharieh Publication, Mashhad. 211 pages (in Persian).
- Ensafi Moghadam, T. 2004. The climatic effects on the agricultural products. *Agricultural Scientific Monthly*, 14(3): 12- 25 (in Persian).
- Quiring Steven, M., N. Timonty Papakryakou. 2003. An evaluation agricultural drought indices for the Canadian prairies. *Agricultural and Forest Meteorology*, 118: 49-62.
- Shabestari. M. 1990. *Plant physiology*. Translation (Tehran Publication Centre), 436 pages (in Persian).
- Sun, L., N. Lih and M. Ward. 2007. Climate variability and corn yield in semiarid Ceara. *Brazil Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 46(2): 226-240.
- Wilhite, D.A. and M. Glantz. 1985. Understanding the drought phenomenon: the role of definition. *Water International*, 10(3): 111-120.
- Yazdan Panah, H., S. Movahedi, M. Soleimani and M. Saleh. 2010. Determining the effects of climatic elements on dry whey performance in Tabriz Province using smart nervous networks. *Geography and Development*, 12(1): 133-144 (in Persian).

## The statistical analysis of the drought mutual effects on micro dust intensification and wheat production performance in Lorestan dry farming lands

Javad Mohammadi Nejad<sup>\*1</sup> and Morteza Khodaghali<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MSc student, Faculty of Humanities, Payame Noor University, Isfahan, Iran, <sup>2</sup> Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Isfahan, Iran

Received: 05 May 2013

Accepted: 02 November 2013

### Abstract

Dust is one of the drought consequences which during recent years has been emerged as one of the important factors affecting wheat growth and its production yield beside other climatic fluxions. In this research, the drought intensity has been studied at nine synoptic stations of Lorestan province, during a ten years period of 2000-2009 and its dominant effects on dust frequency rate and its effects during seasons on the wheat cultivation performance rate, as one of the most important agricultural products sensitive to climatic variations. The drought intensity analysis has been conducted by SPI index, for a six months' time scales led to January and its relation with dusty day's frequency distribution has been examined in horizontal sight less than 2000 m at the province stations. Also, the mutual correlation rates have been analysed using Pearson correlation test and multiple regression method with SPSS software and clustering was studied using Ward method in S-plus software. Results demonstrated that even during normal wet-spell, dust days happen and wheat performance in drylands falls below 1000 kg ha<sup>-1</sup> (2004, 2005 and 2007). Whereas, the dust days reached to zero and the wheat performance exceeded kg ha<sup>-1</sup> (2006), when the wet-spell exceeds its normal rate and reaches to reduced domain. The frequency of dust days and wheat performance are directly correlated in most stations like Khoramabad, Koohdasht and Broojerd with a rate of 0.784, 0.626 and 0.933, respectively and completely adverse in Azna with a rate of -0.926.

**Key words:** Dust, Multiple regression, Pearson correlation, SPI, Wet-spell

---

\* Corresponding author: javadmn10@yahoo.com