

بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات تولید گندم در اقلیم های مختلف استان فارس

دریافت مقاله: ۹۸/۱۰/۲۰ پذیرش نهایی: ۹۹/۲/۲

صفحات: ۳۹۰-۳۷۱

لیلا شریفی: دانشجوی دکتری اقلیم شناسی کشاورزی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

Email: Leyla.sharifi@ut.ac.ir

سعید بازگیر: استادیار هواشناسی کشاورزی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.^۱

Email: sbazgeer@ut.ac.ir

حسین محمدی: استاد اقلیم شناسی کشاورزی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

Email: hmmohammadi@ut.ac.ir

علیرضا دربان آستانه: استادیار جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، گروه جغرافیای انسانی، دانشگاه تهران، ایران.

Email: astaneali@ut.ac.ir

مصطفی کریمی احمدآباد: استادیار اقلیم شناسی دینامیک، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

Email: mostafakarimi.a@ut.ac.ir

چکیده

در یک سامانه‌ی کشاورزی، تولید محصول با شرایط اقلیمی مرتبط است. بنابراین، فهم عمیق تر تأثیر تغییرات اقلیمی مناطق بر میزان تولید، تضمین کننده امنیت غذای جهان می‌باشد. گندم از راهبردی‌ترین محصولات زراعی بوده و بررسی جوانب مختلف تولید آن از ضروریات هر جامعه کشاورزی می‌باشد. طبق مطالعات، تولید گندم تحت تأثیر متغیرهای مختلفی از جمله زیست‌محیطی، فردی و اجتماعی، اقتصادی و تکنولوژیکی می‌باشد. این پژوهش با هدف برآورد میزان اثر این متغیرها در تغییرات تولید گندم در اقلیم‌های مختلف استان فارس انجام شده است. داده‌های مورد نیاز از طریق نمونه‌گیری طبقه‌ای تصادفی چندمرحله‌ای و طی ۵۲۲ پرسشنامه تکمیل شده از طریق مصاحبه حضوری با کشاورزان استان گردآوری و تحلیل شده است. سنجش نگرش کشاورزان در طیف لیکرت بوده و از توابع تولید کاب داگلاس، ترانسندنتال و ترانسلوگ برای برآورد میزان تأثیر متغیرها استفاده شده است. نتایج حاصل از مقایسه متغیرهای مؤثر در سه تابع کاب داگلاس، ترانسندنتال و ترانسلوگ؛ برتری ترانسلوگ را نشان می‌دهد. از دیدگاه کشاورزان استان در تابع ترانسلوگ، به ترتیب؛ رطوبت خاک در زمان کشت (۰/۶۹)، بارش مؤثر در فصل رشد (۰/۶۸) و در تاریخ کشت (۰/۶۶)، موج گرمایی در زمان برداشت (۰/۶۳)، بارش آسیب زنده (۰/۵۹)، سود حاصل از تولید گندم (۰/۵۱)، تحصيلات کشاورز (۰/۴۹)، کیفیت خاک (۰/۴۹) و روش کشت (۰/۴۹) با ضریب تعیین‌های ذکر شده در کنار آن‌ها؛ مهمترین عوامل تبیین کننده تولید گندم در استان فارس می‌باشند. متغیرهای مستقل در تابع ترانسلوگ، ۹۲ درصد از تغییرات تغییرات تولید گندم در استان فارس را تبیین می‌کنند.

کلیدی واژگان: گندم، تابع تولید، استان فارس، عملکرد تولید.

۱. نویسنده مسئول: هواشناسی کشاورزی، جغرافیای طبیعی، جغرافیا، تهران، ایران ۰۹۱۲۴۰۱۳۲۴۶

مقدمه

رشد پیش بینی شده‌ی جهان در طی چند دهه آینده، مستلزم توجه به عرضه‌ی محصولات غذایی برای اطمینان از برآورده شدن تقاضای جهانی‌ست (Piñera-Chavez et al, 2019: 64-74). تقریباً ۲۱ درصد از غذاهای جهان به محصولات گندم بستگی دارد که در ۲۰۰ میلیون هکتار محصولات زراعی در سراسر جهان پرورش می‌یابند (Fao, 2016: 89). به دلیل افزایش چشمگیر تقاضا برای گندم و تغییر در رژیم غذایی مردم جهان، یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که در ۲۰ سال گذشته بخش کشاورزی با آن روبرو بوده، افزایش تولید گندم بوده است (بازگیر و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۶-۵، محمدی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱، قادری و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۹-۱، ریاحی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۶۹-۱۴۷). انتظار می‌رود با افزایش جمعیت جهانی پیش بینی شده به ۹ میلیارد در سال ۲۰۵۰ میزان تقاضا برای گندم به میزان ۶۰ درصد افزایش یابد. برای رفع این تقاضا، افزایش تولید گندم سالانه باید از سطح فعلی زیر ۱ تا حداقل ۱٫۶ درصد افزایش یابد (Fao, 2016: 89). همه کشورها، بخصوص کشورهای جهان سوم، نیازمند افزایش تولید گندم، سازگاری با تنش‌های زیست محیطی، آفات و کاهش اثرات آن‌ها به منظور بهبود بهره‌وری در جهت تولید پایدار گندم هستند (Vigini et al, 2017: 12-27). تحقیقات نشان می‌دهد که در یک سامانه کشاورزی، تولید محصول با شرایط اقلیمی منطقه مرتبط است (Licker et al, 2013: 25-37). با این حال، میزان این تأثیرات هنوز مشخص نشده و همچنان از نظر مکانیسم، شدت و الگوی مکانی تبیین نشده‌اند (Tao et al, 2014: 91-104). بنابراین، فهم عمیق‌تر تأثیر تغییرات اقلیمی مناطق بر میزان تولید محصولات زراعی، تضمین کننده امنیت جهانی غذا و برای تصمیم‌گیری در مورد راهکارهای سازگاری، مورد نیاز سیاست‌گذاران و متخصصان است (Zhao et al, 2016: 965-973, Barros et al, 2019: 50-97, کریمی و همکاران، ۱۳۹۶: ۳۶۱-۳۴۱). تولید گندم تحت تأثیر عوامل مختلفی؛ از جمله نهاده‌های کشاورزی، ویژگی‌های بیولوژیکی محصول، شرایط محیطی، وضعیت بازار کشاورزی و همچنین سیاست‌های کشاورزی قرار دارد (آستانه و ایروانی، ۱۳۸۱: ۵۷-۳۰، Meng et al., 2017: 897-913). بنابراین چنین طبقه‌بندی می‌تواند عوامل تعیین کننده تولید در سطح مزرعه را به این شکل مشخص کند: ویژگی‌های کشاورزان و مزرعه؛ شیوه‌های مدیریت و نوآوری؛ تغییرات اقلیمی؛ اصلاحات سیاسی و نوسانات بازار؛ خطرات پیش روی کشاورزان و عوامل کلان اقتصادی (-Adams, 1992: 200-215, Petersen et al, 2017: 47-59, Conceicao et al, 2016: 237-246, Vigini et al, 2017: 12-27). این مطالعات و پژوهشی که نویسندگان این مقاله جهت شناسایی و ارزیابی عوامل مؤثر بر تغییرات تولید گندم انجام داده‌اند؛ الگویی با چهار عامل زیست محیطی، فردی و اجتماعی، اقتصادی و تکنولوژیکی شناسایی شده است. استان فارس یکی از مهم‌ترین مناطق تولید گندم و به عنوان چهارمین استان پهناور در کشور و به دلیل تنوع اقلیمی، طی سال‌های گذشته درخصوص تولید گندم همواره دارای رتبه‌های برتر در بین استان‌های کشور بوده و علی‌رغم خشکسالی سال‌های اخیر این جایگاه همه ساله حفظ و رو به ارتقاء می‌باشد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۶: ۴۶). حدود ۶۵ درصد از اراضی زیر کشت در مناطق مختلف اقلیمی استان به گندم اختصاص دارد. متوسط تولید گندم و آبی به ترتیب ۰/۹۵ و ۳ تن در هکتار است. همچنین میزان تولید گندم در این استان در سال ۱۳۹۷، ۱۲۳۸/۶ هزار تن بوده که با حفظ جایگاه دوم در کشور، ۱۰/۵ درصد از تولید گندم در

کشور را به خود اختصاص داده است. میزان تولید گندم در استان بطور متوسط ۱۴۷۱۴۲۹ تن بوده که از میانگین بالاترین میزان ۲۲۶۰۴۰ تن در شهرستان مرودشت (اقلیم نیمه خشک گرم) تا کمترین میزان ۶۵۴۰ تن در شهرستان گراش (اقلیم خشک گرم) تغییر می کند (آمار نامه کشاورزی استان فارس - جهاد کشاورزی فارس، ۱۳۹۷: ۱۲). لذا با توجه به نقش راهبردی گندم در این استان، ضروریست که سازوکار، شدت و الگوی عوامل مؤثر بر تولید گندم در استان فارس به عنوان یکی از قطب های تولید گندم در ایران، مورد بررسی قرار بگیرد. با وجود اینکه مطالعاتی زیادی در ارتباط با گندم در این استان انجام شده است، اما مطالعه ای که بطور کامل همه جنبه های مختلف عوامل مؤثر بر تولید را بصورت ترکیبی و همزمان مورد توجه قرار داده باشد، تا به این حال انجام نشده است. لذا در این پژوهش متغیرهای مؤثر بر تغییرات تولید گندم و ابعاد مربوط به هر کدام از این عوامل در مناطق مختلف اقلیمی فارس مورد بررسی قرار گرفته است.

روش تحقیق

در این مقاله به بررسی چگونگی و میزان تأثیر عوامل مختلف مؤثر در تغییرات تولید گندم در اقلیم های مختلف استان فارس پرداخته می شود. تحقیقات مربوط به عوامل مؤثر بر تولید گندم را می توان به مدل سازی مبتنی بر فرایندها (بیان ریاضی یک یا چند فرآیند که مشخصه تولید یک سیستم است) و رویکرد آماری تقسیم کرد (Buck-Sorlin, 2013: 1755; Moore et al., 2017: 1-9). پژوهش هایی که از طریق ریاضیات انجام گرفته اند، نیز نشان داده اند که تحقیقات مربوط به عوامل مؤثر بیشتر متکی بر رویکرد تصادفی در مدل های آماری هستند (Mihailović et al., 2004: 35-44; Stute et al., 2018: 10529-10530; Slingo et al., 2016: 815). بنابراین در این پژوهش از تحلیل های آماری مبتنی بر رویکرد تصادفی به عنوان چارچوب کلی روش تحقیق استفاده شده است.

اطلاعات مورد نیاز این پژوهش از جمله سطح زیر کشت، تولید و تولید گندم، تعداد بهره برداران، نقشه مناطق اقلیمی، داده های مربوط به تقسیمات سیاسی از منابع مختلف از جمله؛ بخش کشاورزی سازمان هواشناسی، آمارنامه کشاورزی جهاد کشاورزی و مرکز آمار ایران جمع آوری گردیده است. با توجه به اهمیت نواحی اقلیمی مختلف در این مطالعه؛ تعداد بهره برداران تقریبی در هر منطقه اقلیمی نیز مورد استفاده قرار گرفته اند. جامعه آماری، گندمکاران استان فارس می باشد که تعداد کل آنها حدود ۷۱۸۳۱ نفر می باشد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۶: ۴۶). تعداد اعضای نمونه نیز با استفاده از رابطه ارائه شده توسط (Scheaffer et al, 2012: 45-78) محاسبه شده است. رابطه (۱).

$$n = \frac{\sum_{i=1}^L \frac{N_i^2 \delta_i^2}{W_i}}{N^2 D + \sum_{i=1}^L N_i \delta_i^2} \quad D = \frac{B^2 \bar{M}}{4} \quad \text{رابطه (۱)}$$

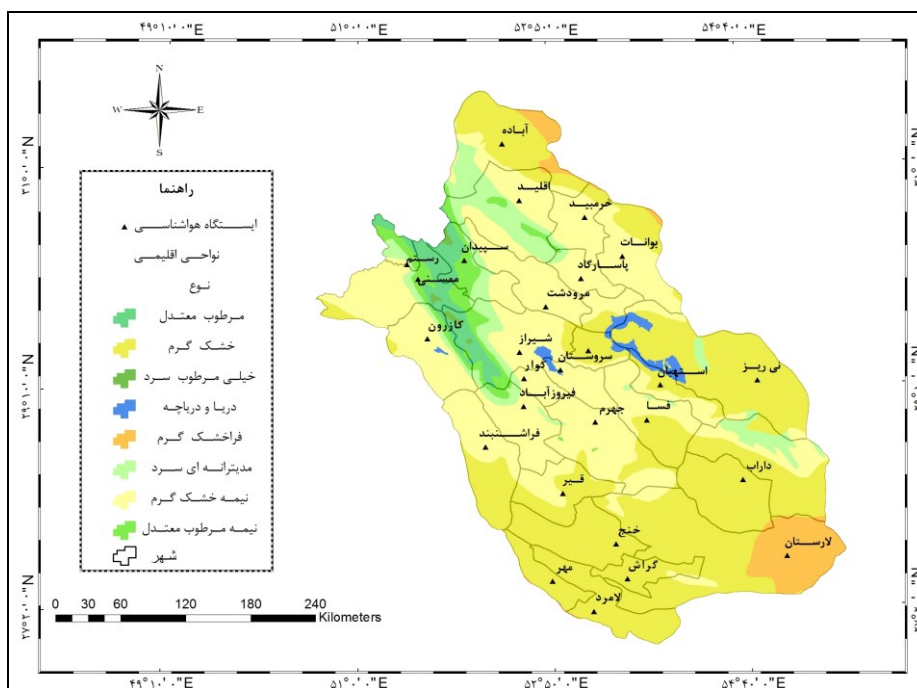
M میانگین از طریق تقسیم تعداد عناصر بر تعداد طبقات جامعه به دست آمد. از سوی دیگر، خطای برآورد معادل ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. بنابراین با توجه به وجود تنوع اقلیمی در استان فارس و حاکمیت اقلیم های فراخشک گرم، خشک گرم، نیمه مرطوب معتدل، مرطوب معتدل، خیلی مرطوب سرد و مدیترانه ای سرد در

مناطق مختلف این استان (سازمان هواشناسی فارس، ۱۳۹۷). شکل (۱)، برای انتخاب نحوه پراکنش آزمودنی‌های مورد مطالعه از گندمکاران منطقه، با کمک آمار توصیفی و کمی، از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای تصادفی چند مرحله‌ای با تخصیص متناسب استفاده شد (آستانه و رضوانی، ۱۳۹۳: ۲۹-۲۵). اقلیم فرا خشک گرم در استان به دلیل کم وسعت بودن و تعداد اندک بهره‌برداران از محاسبات حذف گردید. شش اقلیم باقیمانده هر کدام به عنوان طبقه‌ای مجزا انتخاب و سپس متناسب با تعداد گندمکاران در هر طبقه اقلیمی به انتخاب تصادفی دهستان‌های قابل مطالعه اقدام گردید. سپس متناسب با جمعیت گندمکاران ساکن در هر ناحیه اقلیمی و سطح زیر کشت آن‌ها مطابق جدول (۱)، نسبت به انتخاب تصادفی روستاها و پس از آن، بر مبنای تعداد خانوار ساکن در هر روستا نسبت به انتخاب تصادفی افراد مورد مطالعه اقدام شد. جدول (۲). نمونه‌هایی شامل ۵۲۲ کشاورز در استان بود که برای کسب اطلاعات مورد نیاز، پرسشنامه در اختیار آن‌ها قرار گرفت. توزیع فضایی دهستان‌های مورد مطالعه در اقلیم‌های مختلف منطقه در شکل (۲) آورده شده است. برای سنجش روایی ابعاد مربوط به هر کدام از متغیرها، از اساتید گروه جغرافیای طبیعی و انسانی دانشگاه تهران، دو تن از اساتید گروه آمار دانشگاه شیراز، ۱۰ کارشناس امور گندم در وزارت جهاد کشاورزی کشور و ۱۲ کارشناس زراعت در استان فارس کمک گرفته شد و نظرات تخصصی آن‌ها در فایل نهایی پرسشنامه اعمال گردید. سنجش پایایی نیز از طریق یک دوره عملیات مصاحبه و پرسشگری در مناطق مختلف استان تخمین زده شد. مقدار ضریب آلفا کرونباخ برای متغیرهای اصلی پژوهش بین ۰/۶۱ تا ۰/۸۲ برآورد گردید که بیانگر پایایی قابل پذیرش پرسشنامه است. برای تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از پرسشنامه از نرم افزارهای SPSS، Smart PLS و WEKA کمک گرفته شد: نرم افزار WEKA برای تعیین روابط علی احتمالی موجود میان متغیرها و نرم افزار Smart PLS برای تحلیل علی مدل تجربی پژوهش. برای به حداقل رسانیدن سوگیری ناشی از انتخاب تصادفی مجموعه داده‌های ساخت و آزمون از تکنیک fold cross-validation استفاده گردید. روایی همگرایی متغیر نهان پژوهش نیز از طریق محاسبه میانگین واریانس استخراج (۰/۸۳) که نشان دهنده ثبات درونی و روایی همگرایی مناسب بود.

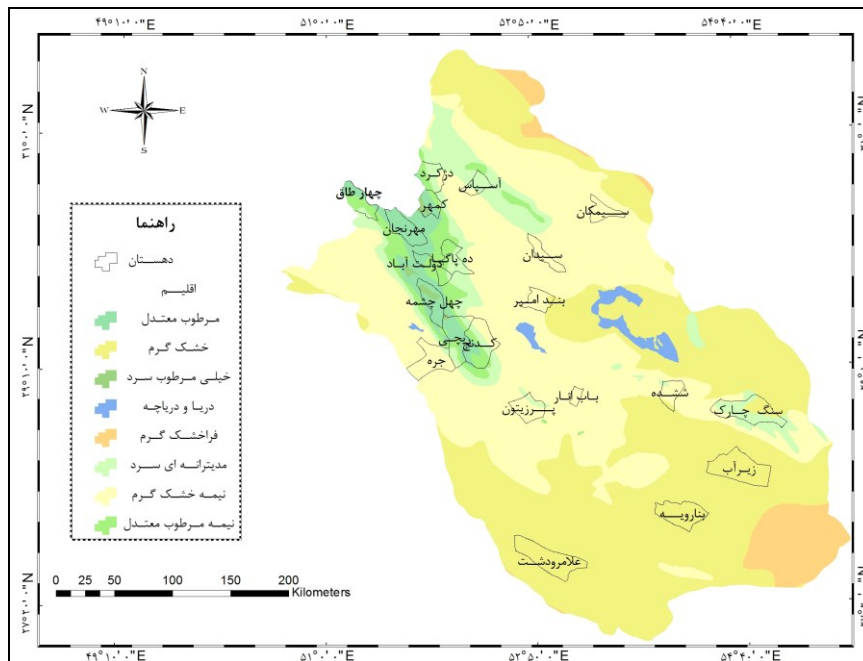
جدول (۱) تعداد بهره‌برداران و سطح زیرکشت گندم (هکتار) بر حسب شهرستان (استان فارس) (۱۳۹۷)

شهرستان	کل		آبی	
	تعداد	سطح زیرکشت	تعداد	سطح زیرکشت
کل	۷۱۸۳۱	۳۲۵۹۹۳	۵۵۸۹۶	۲۳۳۸۲۶
آباده	۲۹۲۸	۱۵۲۶۸	۲۴۹۵	۷۵۲۸
ارسنجان	۶۵۳	۲۱۹۵	۶۵۰	۲۱۹۰
استهبان	۹۰۸	۴۵۲۹	۸۹۲	۴۳۷۰
اقلید	۵۰۴۷	۲۰۷۸۶	۴۷۱۹	۱۸۴۳۲
بوانات	۳۳۱۹	۶۵۰۰	۳۳۱۹	۶۵۰۰
پاسارگاد	۸۵۵	۲۷۵۵	۸۵۳	۲۷۴۹
چهرم	۱۰۱۵	۴۱۴۵	۸۸۰	۳۷۱۸
خرامه	۴۵۱۷	۲۵۴۳۷	۴۴۹۷	۲۵۲۹۲
خرم بید	۲۰۵۲	۴۶۰۲	۲۰۵۲	۴۶۰۲

۲۶۳۰	۳۰۱	۲۴۶۳	۳۳۴	۵۰۹۳	۶۰۳	خنج
۱۵۰	۲۵	۱۱۶۴۱	۲۱۱۷	۱۱۷۹۱	۲۱۴۱	داراب
۲۲۷۵	۱۶۱۴	۴۷۷۰	۲۶۷۴	۷۰۴۵	۳۹۰۲	رستم
۹۹۳۹	۳۱۳۵	۹۳۱۱	۳۱۱۱	۱۹۲۴۹	۵۶۳۸	سپیدان
۳۱	۸	۱۱۷۷	۳۹۴	۱۲۰۷	۴۰۰	سروستان
۱۰۴۹۹	۱۹۱۶	۲۴۰۴۶	۴۱۷۱	۳۴۵۴۵	۵۷۷۱	شیراز
۵۹۶۲	۸۵۹	۲۰۹۶	۳۳۸	۸۰۵۸	۱۱۳۵	فراشبند
۰	۰	۶۸۱۰	۱۲۸۶	۶۸۱۴	۱۲۸۶	فسا
۹۸۷	۳۴۷	۵۴۱۰	۱۶۵۵	۶۳۹۷	۱۹۳۱	فیروزآباد
۱۲۱۹۱	۳۰۱۲	۵۲۳۶	۱۵۹۲	۱۷۴۲۸	۴۴۳۴	کازرون
۲۸۴۳	۳۷۷	۲۲۷۱	۲۲۶	۵۱۱۴	۵۷۶	گراش
۷۵۰۹	۵۷۰	۱۴۴۷۲	۱۱۴۸	۲۱۹۸۲	۱۵۶۷	لارستان
۳۳۴۷	۳۴۱	۴۱۶۲	۳۷۸	۷۵۰۹	۶۶۸	لامرد
۱۲۷۰	۴۵۸	۳۷۳۹۷	۷۹۹۵	۳۸۶۶۷	۸۴۲۷	مرودشت
۷۳۶۱	۲۹۲۴	۳۳۰۶	۲۳۸۰	۱۰۶۶۷	۴۸۵۱	ممسنی
۲۰۹۵	۴۲۱	۵۶۰۳	۴۴۳	۷۶۹۸	۸۱۰	مهر
۸	۴	۱۲۵۷	۸۱۷	۱۲۶۵	۸۲۱	نی ریز



شکل (۱) نقشه نواحی اقلیمی استان فارس

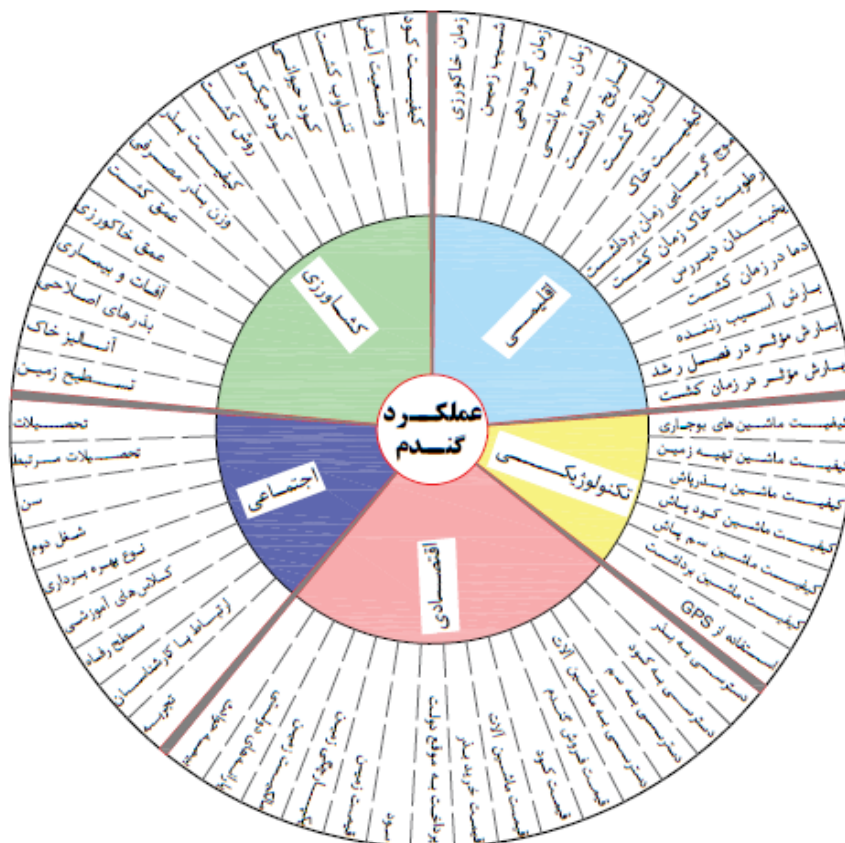


شکل (۲) دهستان‌های انتخاب شده در نواحی اقلیمی مختلف

جدول (۲) فهرست دهستان و روستاهای انتخابی مورد مصاحبه در استان فارس

ناحیه اقلیمی	شهرستان	دهستان	روستا	آزمودنی‌ها
خشک گرم	زرین دشت	زیرآب	گل کویه، گچ کوه، رحمت آباد، حسین آباد، حاجی طاهره	۲۵
	بوانات	سیمکان	چشمه مون، قنات سفید، کوهک، قنات باشی، بیدمالی، ملاعلی	۲۴
	لارستان	بنارویه	لاگران، مارمه، دهره، دهنو، کوره کچی، شرفویه	۲۵
نیمه خشک گرم	لامرد	علامرودشت	کهنویه، مرغان، چاه گزی، انجیربند، برکه سفید	۲۷
	فسا	ششده	وکیل آباد، اکبرآباد، امیرحاجی لو، کبک آباد، سروک، لای چناری	۲۴
	کازرون	جره	بیدکان، خرم زار، ایلان، شاملو، بیدزرد، زرین کویه	۲۵
	زرقان	بندامیر	فیروز، اتابک، دولت آباد، گردون، اکراد، کلا سیاه	۲۴
خیلی مرطوب سرد	مرودشت	سیدان	آب انار، فاروق، چشمه انجیره، دشتبال، گلی آب، علی آباد	۲۹
	شیراز	ریجی	بن زرد، خون حاجی، بندونیه، چشمه بردی، ده سرد، چنارک	۲۴
	سپیدان	کمهر	مارگون، مرزبان، تل زری، چیکان، اسفیان، چوب خله	۲۴
مرطوب معتدل	شیراز	چهل چشمه	نجف آباد، تل کره ای، مهرعلی خان، زنگنه، موردراز	۲۰
	ممسنی	مهرنجان	جونجان، پراشکفت، ده گردو، قلعه سفید، ده گاه	۲۱
	اقلید	دزکرد	طاسک، مورپهن، قنات الماس، مورسیب، تیزآب، سادات آباد	۲۴
نیمه مرطوب معتدل	ممسنی	دولت آباد	بلوطک، بالمنگان، شیخ کبیر، گردکو، تیشه گوی	۲۰
	شیراز	کدنچ	خارکان، اسلام آباد، دره، ایور، فرجان	۱۶
	سپیدان	ده پاکو	جلیل آباد، سررود، چشمه تلخو، سرقنات، چشمه بید، باقلعه	۲۴
مدیترانه‌ای سرد	رستم	چهارطاق	آب انجیر، گل کناره، مله برفکی، آبرهه، تیرازجان، ده خلیل	۲۴
	فیروزآباد	پرزیتون	خلف، حریمیان، چاه بید، جوکان، صحرا سفید، آبسورخ	۲۴
	داراب	سنگ چارک	ده کمال، شمس آباد، آب جوان، نرده شهر	۱۶
اقلید	آسپاس	پهلوانی، دهنو، زین الدین، مه جان، تنگه براق، احمدآباد	۲۴	

با توجه به بررسی های صورت گرفته در ادبیات پژوهش، این پرسشنامه شامل ۴ متغیر زیست محیطی، اجتماعی و فردی، اقتصادی و تکنولوژیکی می باشد. نحوه سنجش این متغیرها و ابعاد مربوط به هر کدام در جدول (۳) آمده است. برای نمایش بهتر این عوامل و ابعاد مربوطه، مدل مفهومی آن در شکل (۳) آمده است.



شکل (۳) عوامل تبیین کننده تغییرات عملکرد گندم دیم

جدول (۳) متغیرهای پژوهش و نحوه سنجش آن ها با ابعاد مرتبط

متغیر	ابعاد
زیست محیطی	بارش، دما، یخبندان، رطوبت و کیفیت خاک، بذر، عمق کشت، زمان کشت و برداشت و ...
فردی و اجتماعی	سطح سواد، تحصیلات، تجربه، شغل دوم، نظام بهره برداری، ارتباط با کارشناسان، کلاس های آموزشی و ...
اقتصادی	سطح زیر کشت، وزن بذر، میزان تولید، قیمت و دسترسی به نهاده ها، قیمت فروش، سود، یارانه دولتی و ...
تکنولوژیکی	ماشین آلات، سم، انواع کود، مبارزه با آفات، روش کشت، تسطیح اراضی، آنالیز خاک، GPS و ...

۲. در بخش نتایج این عوامل بطور کامل آورده شده است.

برای سنجش نگرش کشاورزان در ارتباط با میزان تأثیر هر کدام از عوامل و ابعاد مؤثر در تولید گندم، از طیف پنج سطحی لیکرت (۱=کاملاً مخالف، ۲=مخالف، ۳=نسبتاً موافق، ۴=موافق و ۵=کاملاً موافق) استفاده شده است. متغیر وابسته، میزان تولید گندم و متغیر مستقل عوامل تأثیرگذار بر تولید بوده که در بخش نتایج این عوامل برشمرده می‌شوند. ابعاد مهم دانش اقلیمی، کشاورزی، اجتماعی، اقتصادی و تکنولوژیکی مؤثر بر متغیر وابسته (تولید گندم) از طریق همبستگی‌های دوگانه بین تولید گندم (متغیر وابسته) و عوامل احتمالی تأثیرگذار متغیرهای مستقل در تمامی نواحی اقلیمی از طریق سه مدل رگرسیونی لگاریتمی کاب داگلاس، ترانسندنتال و ترانسلوگ مورد بررسی قرار می‌گیرد. روش استفاده از هر کدام از این مدل‌ها در زیر تبیین می‌شوند:

تابع تولید کاب داگلاس

تابع تولید کاب داگلاس خصوصیات ضرورت، همگنی، یکنواختی، تقعر، پیوستگی، مشتق پذیری، غیرمنفی و غیر تهی بودن را داراست. این تابع خصوصیت ضرورت بهینه سازی متغیرها را به خوبی نمایان می‌سازد. از جمله محدودیت های آن، می توان به ثابت بودن کشتش تولید متغیرها اشاره کرد (Chand and Yala, Bhatt, 2014: 29, Bamidele et al, 2008: 33-39, 2009: 442-459).

الگوی برآورد عوامل مؤثر بر تخمین تولید گندم در این تابع بصورت رابطه (۲) استخراج می‌شود. مدل مورد استفاده در این تحلیل با بهینه سازی تابع تولید کاب داگلاس اجرا شده است:

$$\begin{aligned} \ln \text{yield} = & \exp\left(\theta \sum_{i=1}^{12} \text{Pre}_{cult}\right) + \left(\sum_{i=1}^{12} \text{Pre}_{cult} + \text{Pre}_{grow} + 1\right) + \left(\sum_{i=1}^{12} \text{Pre}_{cult}\right) \\ & * \left(\sum_{i=1}^{12} \text{Humid}_{cult}\right) * \text{Humid}_{cult} + \left(\sum_{i=1}^{18} \text{Humid}_{cult} + \ln \text{Heat}\right) * \ln \text{Benefit} \\ & + \left(\sum_{i=1}^{19} \text{Pre}_{grow}\right) - \ln \text{Pre}_{grow} + \left(\ln \sum_{i=1}^{19} \text{Date}_{cult} \text{Date}_{harv}\right) + \left(\sum_{i=1}^{18} \text{Pre}_{cult}\right) \\ & + \left(\sum_{i=1}^{12} \text{Pre}_{cult} + \ln \text{Date}_{fert} + \text{Date}_{tillage}\right) + \left(\sum_{i=1}^{19} \ln \text{Seed} + \ln \text{Method}_{cultive}\right) \\ & * \ln \text{Quality}_{soil} + \left(\sum_{i=1}^{19} \text{Machine}_{seed} - 1 + \ln \text{Education}\right) \end{aligned} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در این مدل:

i شماره متغیر، θ میزان کشتش عوامل تولید، Pre_{cult} : بارش مؤثر در زمان کشت؛ Pre_{grow} : بارش مؤثر در زمان رشد؛ Thunder : بارش آسیب زننده؛ رطوبت خاک در زمان کشت؛ Humid_{cult} : موج گرمایی در زمان برداشت؛ Heat : تاریخ کشت؛ Date_{cult} : تاریخ برداشت؛ Date_{harv} : تاریخ کوددهی؛ Date_{fert} : تاریخ خاکورزی؛ $\text{Date}_{tillage}$: روش کشت؛ $\text{Method}_{cultive}$: کیفیت بذر؛ Seed : کیفیت خاک؛ Quality_{soil} : تحصیلات؛ Education ؛ Machine_{seed} : کیفیت ماشین بذرپاش، و Benefit : سود حاصل از گندم می‌باشد.

نکته قابل توجه این است که میزان تأثیر متغیر مستقل بر وابسته، شکل آزمون ریشه واحد را که همان روش مناسب برای تشخیص مانایی یک متغیر است تعیین می‌کند. از روش Hylleberg et al (1990-215-238) برای مانا کردن متغیرها استفاده شده است.

تابع تولید ترانسندنتال

تولید ترانسندنتال به منظور رفع محدودیت کشتش تولید ثابت تابع کاب داگلاس معرفی شده است. از آنجا که تابع کاب داگلاس جزئی از تابع ترانسندنتال محسوب می‌شود، لذا امکان آزمون برتری یکی را بر دیگری به راحتی فراهم می‌شود. کشتش های تولیدی متغیرها در این تابع ثابت نیست ولی مقدار آنها تنها به میزان تأثیر همان متغیر بستگی دارد. از خصوصیات مطلوب دیگر این تابع آن است که تخمین نسبت به مقیاس در آن ثابت نیست، بلکه بستگی به میزان تأثیر متغیرها دارد (Chand and Yala, 2009: 442-459, Wu et al, 2005: 28-49). رابطه (۳).

$$\begin{aligned} \prod_{i=1}^{19} \ln yield = & (\log \prod_{i=3}^{10} Pre_{cult} + \log \alpha) + \left(\prod_{i=3}^{10} Pre_{cult} + 1.5 * \log Pre_{grow} \right) \\ & + (\log \beta - \prod_{i=1}^{12} Pre_{cult}) + \log \alpha * \left(\prod_{i=1}^{12} Humid_{cult} - 2 \log \beta * Humid_{cult} \right) \\ & + (\log \beta - \left(\prod_{i=1}^{18} Humid_{cult} - 1 \right) + \log \alpha * Heat - (\log \alpha * 1) - \log Benefit) \\ & + \left(\prod_{i=1}^{19} Pre_{grow} * (\log \alpha - 1) - \ln Pre_{grow} \right) \\ & + \left(\prod_{i=1}^{11} Humid_{cult} + \sum_{i=1}^{19} Date_{cult} Date_{harv} \right) + \left(\prod_{i=1}^{18} Pre_{cult} \right) \\ & + \left(\prod_{i=1}^{12} Pre_{cult} + \log \beta * Date_{fert} + Date_{tillage} \right) \\ & + (\log \beta \prod_{i=1}^{19} \log seed + \log \beta * Method_{cultive} * \ln Quality_{soil}) \\ & + (\log \alpha \prod_{i=1}^{19} Machine_{seed} - 1 + \log \beta * \log Education) \end{aligned} \tag{۳}$$

در این تابع، عوامل به مانند مدل کاب داگلاس هست. α و β نیز میزان کشتش عوامل تولید در این تابع می‌باشند. بررسی مانایی متغیرهای مدل نیز به مانند مدل کاب داگلاس صورت پذیرفته هست.

تابع تولید ترانسلوگ

مدل تابع تولید ترانسلوگ در تولید گندم در استان فارس به شکل رابطه (۴) است. در این تابع تولید، برای اندازه گیری میزان واکنش مدل به تغییرات اثر متغیرهای مؤثر بر تولید گندم، کشتش جانشینی et al (2018: 81-88) Lu بین متغیرها برقرار شده است که بر اساس مشتق های جزئی اول و دوم تابع ترانسلوگ نسبت به اثر متغیرهای مؤثر به دست می آید. لازم به ذکر است که عوامل تشکیل دهنده این مدل به مانند مدل های قبلی است. بررسی مانایی متغیرهای مدل ترانسلوگ نیز به مانند دو مدل کاب داگلاس و ترانسندنتال انجام پذیرفته هست. رابطه (۴).

$$\ln yield = (0.54 * \ln Pre_{cult}) + (0.46 * \ln Pre_{grow} + 1) + (0.434$$

$$* \ln Thunder) + (0.45 * \ln Humid_{cult} + 0.21) + (0.39 * \ln Heat + 0.21$$

$$* \ln Pre_{grow} * \ln Date_{cult}) + (0.201 * \ln Date_{harv} * \ln Pre_{cult}) + (0.018$$

رابطه (۴)

$$* \ln Date_{fert} + 0.224) * (\ln Date_{tillage}) + (0.051 \ln Fert_{micro})$$

$$+ (0.046 * \ln Method_{cultive}) + 0.036 * \ln Seed + 0.03 * \ln Analys_{soil}$$

$$+ 0.029 * \ln Exp + (0.024 * \ln Sell) + (0.014 * \ln Machine$$

$$* \ln Humid_{cult})$$

نتایج

به دلیل تعداد زیاد متغیرهای تأثیرگذار دانش اقلیمی، کشاورزی، اجتماعی، اقتصادی و تکنولوژیکی بر متغیر وابسته (تولید گندم) و برآورد مدل دقیقتر، محاسبات تحلیلی آماری تلفیق این عوامل در دو گام صورت پذیرفت. در گام اول روابط و همبستگی‌های دوگانه بین تولید گندم (متغیر وابسته) و عوامل احتمالی تأثیرگذار متغیرهای مستقل در تمامی نواحی اقلیمی بصورت جداگانه بررسی و محاسبه گردید (جدول ۴). شایان ذکر است که بدلیل افزایش دقت مکانی، این محاسبات برای نواحی اقلیمی استان انجام شده و سپس با تخمین رگرسیون خطی چندگانه و بررسی تأثیر متغیرهای مستقل در نواحی اقلیمی، متغیرهای دارای ضریب همبستگی بالای معنی دار در سطح پنج و یک درصد در کل استان شناسایی و غربال گردید. تعداد ۱۷ متغیر مؤثر در بین ۵۹ مورد در گروه عوامل دانش اقلیمی، کشاورزی، اجتماعی، اقتصادی و تکنولوژیکی شناسایی شد که نتایج تفصیلی در جدول (۵) درج شده است.

جدول (۴) آماره‌های ارزیابی عوامل تبیین کننده تولید گندم در مناطق اقلیمی استان فارس

متغیر	مؤثر	مطابق اقلیمی	خشک گرم			نیمه خشک گرم			نیمه مرطوب معتدل		
			Sig	(B-1)/Se	R ²	Sig	(B-1)/Se	R ²	Sig	(B-1)/Se	R ²
دانش اقلیمی	بارش مؤثر در زمان کشت	۰/۶۵**	۱/۹۵	۰/۰۰۱	۰/۷۵*	۱/۵۹	۰/۰۰۳	۰/۶۳**	۱/۹۹	۰/۰۰۱	
	بارش مؤثر در فصل رشد	۰/۷۲*	۱/۶۸	۰/۰۰۲	۰/۵۹**	۱/۸۷	۰/۰۰۱	۰/۶۷**	۱/۷۶	۰/۰۰۲	
	بارش آسیب زننده	۰/۷۵*	۱/۸۱	۰/۰۰۲	۰/۶۸*	۱/۵۲	۰/۰۰۳	۰/۵۶*	۱/۶۶	۰/۰۰۵	
	دما در زمان کشت	۰/۱۴	۱/۴۱	۰/۰۰۸	۰/۰۹	۱/۶۵	۰/۰۴۷	۰/۰۳	۱/۳۵	۰/۰۴۹	
	یخبندان دیررس	۰/۰۱	۱/۲۱	۰/۰۶۷	۰/۰۰۱	۱/۲۳	۰/۰۱۱	۰/۲	۱/۲۶	۰/۰۵۵	
	رطوبت خاک در زمان	۰/۶۹*	۱/۸۷	۰/۰۰۲	۰/۷۵**	۱/۹۷	۰/۰۰۲	۰/۶۵**	۱/۶۹	۰/۰۰۰۷	
	موج گرمایی در هنگام	۰/۵۹**	۱/۹۷	۰/۰۰۰۵	۰/۶۹**	۱/۸۲	۰/۰۰۴	۰/۶۴*	۱/۸۵	۰/۰۰۱	
	کیفیت خاک	۰/۴۹*	۱/۹۷	۰/۰۰۱	۰/۶۸*	۱/۹۲	۰/۰۰۱	۰/۶۴*	۱/۹۵	۰/۰۰۱	
	تاریخ کشت	۰/۶۶**	۱/۷۸	۰/۰۰۰۱	۰/۳۹*	۱/۷۷	۰/۰۰۴	۰/۴۳*	۱/۷	۰/۰۱۱	
	تاریخ برداشت	۰/۴۷*	۱/۹۷	۰/۰۱۱	۰/۵۱*	۱/۸۵	۰/۰۰۳	۰/۳۶**	۱/۵۶	۰/۰۰۰۲	
	زمان سمپاشی	۰/۱۱	۱/۳۱	۰/۰۰۸	۰/۱۴	۱/۲۱	۰/۰۰۱	۰/۲۲*	۱/۷۷	۰/۰۰۳	

۰/۰۰۱	۱/۶۳	۰/۴۸*	۰/۰۴۷	۱/۹۸	۰/۵۴*	۰/۰۰۱	۱/۵۵	۰/۴۹*	زمان کوددهی	دانش کشاورزی
۰/۰۰۸	۱/۳۸	۰/۲۴	۰/۰۰۵	۱/۲۳	۰/۱۴	۰/۰۵۶	۱/۳۶	۰/۲۷	شیب زمین	
۰/۰۰۱	۱/۴۴	۰/۳۸*	۰/۰۰۲	۱/۶۹	۰/۵۲*	۰/۰۰۲	۱/۶۷	۰/۴۹*	زمان خاکورزی	
۰/۰۰۵	۱/۴۶	۰/۳۶	۰/۰۰۳	۱/۵۳	۰/۲۸	۰/۰۰۲	۱/۶۱	۰/۲۵	کیفیت کود	
۰/۱۴۹	۱/۳۵	۰/۲۳	۰/۰۵۹	۱/۱۵	۰/۱۴	۰/۶۰۸	۱/۰۱	۰/۵۴	وضعیت آیش	
۰/۲۵۵	۱/۲۶	۰/۲۹	۰/۰۰۱	۱/۲۹	۰/۳۱	۰/۰۰۷	۱/۳۱	۰/۲۴	تناوب کشت	
۰/۰۴۱	۱/۶۹	۰/۱۲	۰/۰۰۴	۱/۹۷	۰/۰۵	۰/۷۹۲	۱/۰۷	۰/۷۵	کود حیوانی	
۰/۰۰۲	۱/۷۱	۰/۱۷	۰/۰۰۵	۱/۶۷	۰/۲۴	۰/۰۰۴	۱/۵۵	۰/۱۲	کود میکرو	
۰/۰۰۰۲	۱/۷۱	۰/۵۷**	۰/۰۰۵	۱/۷۷	۰/۳۹*	۰/۰۰۴	۱/۷۵	۰/۴۲*	روش کشت	
۰/۰۰۴	۱/۷۳	۰/۵۸*	۰/۰۰۲	۱/۹۱	۰/۴۹*	۰/۰۰۴	۱/۷۸	۰/۴۶*	کیفیت بذر	
۰/۰۰۲	۱/۷۶	۰/۲۵	۰/۰۰۳	۱/۸۵	۰/۳۱	۰/۰۰۱	۱/۹۷	۰/۲۷	وزن بذر مصرفی	
۰/۰۰۱	۱/۶۷	۰/۲	۰/۰۰۱	۱/۸۱	۰/۱۴	۰/۰۰۲	۱/۶۱	۰/۱۱	عمق کشت	
۰/۰۰۱	۱/۹۳	۰/۴۸*	۰/۰۰۷	۱/۹۸	۰/۳۴	۰/۷۰۱	۱/۲۵	۰/۴۹	عمق خاکورزی	
۰/۰۰۵	۱/۶۸	۰/۰۴	۰/۰۰۵	۱/۸۳	۰/۱۴	۰/۶۵۶	۱/۰۶	۰/۷۷	آفات و بیماری	
۰/۰۰۱	۱/۶۴	۰/۰۸	۰/۰۰۲	۱/۶۸	۰/۱۲	۰/۰۰۲	۱/۸۸	۰/۱۹	بذرهای اصلاحی	
۰/۰۰۳	۱/۴۳	۰/۲۶	۰/۰۰۵	۱/۵۲	۰/۳۸	۰/۰۰۱	۱/۸۱	۰/۲۵	آنالیز خاک	
۰/۰۲۳	۱/۲۹	۰/۰۱	۰/۰۳۲	۱/۶۹	۰/۲۵	۰/۰۰۱	۱/۹۴	۰/۱۶	تسطیح اراضی	
۰/۰۰۰۲	۱/۷۶	۰/۵۶**	۰/۰۰۲	۱/۸۸	۰/۵۱*	۰/۰۰۱	۱/۹۷	۰/۴۹*	تحصیلات	دانش اجتماعی
۰/۰۰۳	۱/۷۹	۰/۱۲	۰/۰۰۱	۱/۷۱	۰/۲۴	۰/۰۰۸	۱/۶۴	۰/۱۱	تحصیلات مرتبط	
۰/۰۰۱	۱/۹۳	۰/۱۸	۰/۰۰۷	۱/۹۸	۰/۰۴	۰/۰۰۱	۱/۹۵	۰/۰۱	سن	
۰/۶۰۵	۱/۲۸	۰/۶۴	۰/۰۰۵	۱/۹۳	۰/۰۱	۰/۰۰۶	۱/۷۶	۰/۰۱	شغل دوم	
۰/۰۰۴	۱/۶۶	۰/۰۱	۰/۰۰۶	۱/۸۲	۰/۱۱	۰/۰۰۱	۱/۹۷	۰/۰۲	نوع بهره‌برداری	
۰/۰۰۳	۱/۷۷	۰/۳۲	۰/۰۰۱	۱/۹۱	۰/۲۴	۰/۰۰۲	۱/۷۱	۰/۲۷	کلاس های آموزشی	
۰/۰۰۱	۱/۶۳	۰/۱۸	۰/۰۰۱	۱/۹۸	۰/۲۴	۰/۶۰۱	۱/۱۵	۰/۴۹	سطح رفاه	
۰/۰۰۵	۱/۴۸	۰/۱۵	۰/۰۰۵	۱/۶۳	۰/۳۴	۰/۰۰۶	۱/۵۶	۰/۲۷	ارتباط با کارشناسان	
۰/۰۰۲	۱/۵۷	۰/۲۶	۰/۶۲۱	۱/۸۵	۰/۵۱	۰/۰۲۱	۱/۹۷	۰/۱۷	تجربه	
۰/۰۰۶	۱/۹۷	۰/۲۲	۰/۰۰۱	۱/۵۱	۰/۲۴	۰/۰۰۸	۱/۳۱	۰/۰۱	دسترسی به بذر	
۰/۰۰۲	۱/۵۶	۰/۳۶	۰/۰۰۴	۱/۸۹	۰/۲۱	۰/۲۱	۱/۹۷	۰/۲۶	دسترسی به کود	
۰/۰۰۳	۱/۹۷	۰/۰۲	۰/۰۰۶	۱/۹۱	۰/۰۴	۰/۰۰۷	۱/۷۱	۰/۱۱	دسترسی به سم	
۰/۰۰۱	۱/۸۳	۰/۰۸	۰/۰۰۷	۱/۹۸	۰/۱۴	۰/۰۰۳	۱/۷۵	۰/۰۹	دسترسی به ماشین آلات	
۰/۰۰۵	۱/۴۸	۰/۱۴	۰/۰۰۱	۱/۷۳	۰/۳۴	۰/۰۰۶	۱/۹۶	۰/۲۷	قیمت فروش گندم	
۰/۰۰۲	۱/۶۶	۰/۰۶	۰/۰۰۴	۱/۸۵	۰/۱۲	۰/۰۰۱	۱/۹۷	۰/۱	قیمت کود	
۰/۰۰۱	۱/۷۸	۰/۱۱	۰/۰۰۱	۱/۵۱	۰/۰۴	۰/۰۰۲	۱/۷۱	۰/۰۱	قیمت ماشین آلات	
۰/۰۰۱	۱/۶۳	۰/۰۸	۰/۰۰۷	۱/۹۸	۰/۱۴	۰/۰۰۱	۱/۹۵	۰/۰۹	قیمت خرید بذر	
۰/۰۰۴	۱/۶۸	۰/۲۴	۰/۰۰۵	۱/۷۳	۰/۲۴	۰/۰۰۶	۱/۹۶	۰/۲۷	پرداخت به موقع دولت	
۰/۰۰۰۹	۱/۵۶	۰/۴۶**	۰/۰۰۶	۱/۸۵	۰/۵۱*	۰/۰۱۱	۱/۹۷	۰/۴۷*	سود	
۰/۰۰۳	۱/۴۷	۰/۰۷	۰/۰۰۱	۱/۷۱	۰/۲۴	۰/۰۰۸	۱/۹۱	۰/۱۸	قیمت زمین	
۰/۰۰۸	۱/۸۳	۰/۱۸	۰/۰۰۷	۱/۹۸	۰/۱۴	۰/۶۳۱	۱/۱۵	۰/۴۹	یکپارچگی زمین	
۰/۰۰۳	۱/۹۸	۰/۰۴	۰/۰۰۱	۱/۷۳	۰/۱۴	۰/۰۰۶	۱/۶۶	۰/۰۷	مالکیت زمین	
۰/۷۳۲	۱/۱	۰/۳۶	۰/۰۰۳	۱/۸۵	۰/۱۱	۰/۶۱۱	۱/۱۷	۰/۴۷	یارانه های دولتی	
۰/۰۰۹	۱/۸۲	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۱/۹۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۸	۱/۷۱	۰/۰۲	بیمه حوادث	

دانش فناوری									
کیفیت ماشین های	۰/۰۹	۱/۸۴	۰/۰۰۱	۰/۱۴	۱/۹۸	۰/۰۰۲	۰/۰۸	۱/۸۷	۰/۰۰۴
کیفیت ماشین های تهیه	۰/۲۷	۱/۷۶	۰/۴۵۶	۰/۱۶	۱/۹۵	۰/۰۰۵	۰/۱۹	۱/۷۸	۰/۰۰۱
کیفیت ماشین های	۰/۴۲*	۱/۹۷	۰/۰۱۱	۰/۴۱*	۱/۶۹	۰/۰۰۳	۰/۵۶*	۱/۹۹	۰/۰۰۲
کیفیت ماشین های کود	۰/۱۹	۱/۸۱	۰/۰۰۰۲	۰/۱۷	۱/۷۱	۰/۰۰۱	۰/۰۸	۱/۷۷	۰/۰۰۳
کیفیت ماشین های سم	۰/۱۹	۱/۶۷	۰/۰۰۶	۰/۰۴	۱/۹۸	۰/۰۰۴	۰/۴۸	۱/۱۳	۰/۷۴۵
کیفیت ماشین های	۰/۰۱	۱/۷۶	۰/۰۰۱	۰/۰۴	۱/۹۳	۰/۰۰۲	۰/۷۴	۱/۲۸	۰/۶۳۲
استفاده از GPS	۰/۰۰۴	۱/۹۷	۰/۰۰۲	۰/۰	۱/۸۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۱/۹۶	۰/۰۰۲

* ضریب همبستگی در سطح کمتر از ۵ درصد معنا دار بوده و بصورت دو دامنه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.
** ضریب همبستگی در سطح کمتر از ۱ درصد معنا دار بوده و بصورت دو دامنه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

ادامه جدول (۴) آماره‌های ارزیابی عوامل تبیین کننده تولید گندم در مناطق اقلیمی استان فارس

متغیر	R ²	Sig	مرطوب معتدل			خیلی مرطوب سرد			مدیترانه‌ای سرد		
			(B-1)/S _e	R ²	Sig	(B-1)/S _e	R ²	Sig	(B-1)/S _e	R ²	
بارش مؤثر در زمان کشت	۰/۷۶*	۱/۸۵	۰/۰۰۳	۰/۶۸*	۱/۹۸	۰/۰۰۲	۰/۵۳**	۱/۷۵	۰/۰۰۰۷		
بارش مؤثر در فصل رشد	۰/۷۴*	۱/۹۱	۰/۰۱۱	۰/۶۶*	۱/۸۶	۰/۰۰۱	۰/۸۷*	۱/۶۹	۰/۰۰۴		
بارش آسیب زننده	۰/۵۹*	۱/۷۶	۰/۰۰۱	۰/۶۹*	۱/۹۴	۰/۰۰۵	۰/۶۱**	۱/۷۸	۰/۰۰۰۳		
دما در زمان کشت	۰/۰۱	۱/۶۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۹	۱/۷۱	۰/۰۰۳	۰/۲	۱/۶۴	۰/۰۰۸		
یخبندان دیررس	۰/۱۳	۱/۴۵	۰/۰۰۳	۰/۱۷	۱/۸۱	۰/۰۰۹	۰/۰۲	۱/۱۱	۰/۵۹۲		
رطوبت خاک زمان کشت	۰/۷۱**	۱/۹۴	۰/۰۰۰۱	۰/۶۳*	۱/۸۳	۰/۰۰۳	۰/۷۵*	۱/۹۹	۰/۰۰۰۱		
موج گرمایی زمان برداشت	۰/۴۸*	۱/۶۷	۰/۰۰۴	۰/۷۶**	۱/۷۹	۰/۰۰۰۶	۰/۶۸**	۱/۹۲	۰/۰۰۰۴		
کیفیت خاک	۰/۳۹*	۱/۶۱	۰/۰۰۰۲	۰/۳۵*	۱/۳۸	۰/۰۱۴	۰/۵۷*	۱/۴۱	۰/۴۵۷		
تاریخ کشت	۰/۵۷*	۱/۹۱	۰/۰۱۱	۰/۴۵**	۱/۶۶	۰/۰۰۰۱	۰/۳۹**	۱/۸۴	۰/۰۰۰۶		
تاریخ برداشت	۰/۳۷*	۱/۸۴	۰/۰۰۵	۰/۴۲*	۱/۹۱	۰/۰۰۳	۰/۳۸*	۱/۹۴	۰/۰۲۵		
زمان سمپاشی	۰/۰۹	۱/۹۹	۰/۰۰۲	۰/۸۴	۱/۰۱	۰/۸۷۶	۰/۰۸	۱/۵۹	۰/۰۰۰۹		
زمان کوددهی	۰/۵۷**	۱/۸۶	۰/۰۰۰۷	۰/۶۱**	۱/۵۹	۰/۰۰۰۱	۰/۴۲**	۱/۶۹	۰/۰۰۰۶		
شیب زمین	۰/۲۹	۱/۷۵	۰/۰۰۰۱	۰/۲۵	۱/۷۶	۰/۰۰۳	۰/۱۶	۱/۹۷	۰/۰۰۰۳		
زمان خاکورزی	۰/۳۸*	۱/۸۸	۰/۰۰۳	۰/۴۲**	۱/۷۳	۰/۰۰۰۱	۰/۲۹*	۱/۸۴	۰/۰۰۲		
کیفیت کود	۰/۲۲	۱/۷۹	۰/۰۱۳	۰/۲۳	۱/۹۲	۰/۰۰۰۱	۰/۲۴	۱/۸۹	۰/۰۴۲		
وضعیت آیش	۰/۰۵	۱/۸۶	۰/۰۰۴	۰/۱	۱/۸۸	۰/۰۰۶	۰/۰۹	۱/۶۵	۰/۰۰۳		
تناوب کشت	۰/۱۲	۱/۷۴	۰/۰۰۲	۰/۳۲	۱/۱	۰/۷۱۶	۰/۲۲	۱/۹۸	۰/۰۰۰۴		
کود حیوانی	۰/۰۸	۱/۸۲	۰/۰۰۰۳	۰/۱	۱/۶۹	۰/۰۰۲	۰/۰۶	۱/۷۴	۰/۰۳۱		
کود میکرو	۰/۱۸*	۱/۸۷	۰/۰۰۱	۰/۱۴**	۱/۹۵	۰/۰۰۰۶	۰/۳۵**	۱/۷۶	۰/۰۰۰۷		
روش کشت	۰/۳۸**	۱/۸۲	۰/۰۰۰۹	۰/۴۱*	۱/۶۹	۰/۰۰۳	۰/۳۸*	۱/۸۲	۰/۰۰۱		
کیفیت بذر	۰/۴۱**	۱/۹۵	۰/۰۰۰۱	۰/۵۳*	۱/۹۰	۰/۰۰۴	۰/۴*	۱/۷۹	۰/۰۰۴		
وزن بذر مصرفی	۰/۲۴	۱/۰۷	۰/۰۷۱	۰/۱۹	۱/۶۹	۰/۰۴۲	۰/۱۵	۱/۹۱	۰/۰۰۳		
عمق کشت	۰/۰۶	۱/۵۹	۰/۰۰۰۴	۰/۲۱	۱/۸۶	۰/۰۰۵	۰/۶۵	۱/۰۷	۰/۵۷۱		
عمق خاکورزی	۰/۴۹	۱/۲۵	۰/۵۰۱	۰/۱۴	۱/۹۸	۰/۰۰۷	۰/۴۸	۱/۹۳	۰/۰۰۱		

دانش کشاورزی

دانش اقلیمی

دانش فناوری

۰/۰۰۵	۱/۶۸	۰/۰۴	۰/۰۰۵	۱/۸۳	۰/۱۴	۰/۶۵۶	۱/۰۶	۰/۷۷	آفات و بیماری	دانش اجتماعی
۰/۰۰۶	۱/۴۴	۰/۱۹	۰/۰۰۲	۱/۶۸	۰/۲۳*	۰/۰۰۲	۱/۸۸	۰/۱۹*	بذرهای اصلاحی	
۰/۰۰۰۹	۱/۵۲	۰/۱۹	۰/۰۰۵	۱/۴۹	۰/۳۳	۰/۰۰۰۱	۱/۷۱	۰/۲۳	آنالیز خاک	
۰/۰۰۱	۱/۹۵	۰/۱	۰/۰۰۳	۱/۹۲	۰/۱۴	۰/۰۰۳	۱/۸۱	۰/۰۸	تسطیح اراضی	
۰/۰۰۰۲	۱/۸۹	۰/۲۹*	۰/۰۲۴	۱/۷۸	۰/۴۱*	۰/۰۰۱	۱/۹۱	۰/۳۴**	تحصیلات	
۰/۰۴۳	۱/۶۵	۰/۲۳	۰/۰۰۱	۱/۸۸	۰/۰۹	۰/۰۰۴	۱/۴۵	۰/۱۹	تحصیلات مرتبط	
۰/۰۰۲	۱/۶۷	۰/۰۸	۰/۰۰۰۲	۱/۸۸	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۱/۷۹	۰/۱	سن	
۰/۰۰۰۷	۱/۹۷	۰/۱۱	۰/۰۰۳	۱/۶۹	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۳	۱/۹۹	۰/۰۶	شغل دوم	
۰/۲۳۵	۱/۲۱	۰/۱۹	۰/۰۰۰۶	۱/۷۵	۰/۰۹	۰/۰۰۵	۱/۷۵	۰/۱۴	نوع بهره‌برداری	
۰/۶۵۷	۱/۳۱	۰/۳۹	۰/۰۰۶	۱/۸۸	۰/۱۸	۰/۰۰۳	۱/۵۷	۰/۲۴	کلاس های آموزشی	
۰/۰۰۵	۱/۵۹	۰/۲۳	۰/۰۰۵	۱/۸۶	۰/۱۵	۰/۰۰۱	۱/۸۹	۰/۲۸	سطح رفاه	
۰/۰۸۷	۱/۲۱	۰/۳۴	۰/۰۰۱	۱/۶۵	۰/۲۴	۰/۰۰۲	۱/۹۳	۰/۱۹	ارتباط با کارشناسان	
۰/۰۰۰۴	۱/۷۹	۰/۱۱**	۰/۰۰۰۱	۱/۹۶	۰/۱۷**	۰/۰۰۳	۱/۹۸	۰/۱۵*	تجربه	
۰/۰۰۰۲	۱/۶۶	۰/۰۹	۰/۰۴۳	۱/۷۹	۰/۲۶	۰/۰۰۵	۱/۷۳	۰/۱۳	دسترسی به بذر	دانش اقتصادی
۰/۰۰۰۶	۱/۹۹	۰/۱۵	۰/۰۱۳	۱/۹۵	۰/۱۹	۰/۰۲۱	۱/۶۵	۰/۲۵	دسترسی به کود	
۰/۰۲۲	۱/۶۸	۰/۲۴	۰/۰۰۰۱	۱/۹۲	۰/۱۳	۰/۰۱۵	۱/۸۶	۰/۰۷	دسترسی به سم	
۰/۰۰۳	۱/۷۴	۰/۱۲	۰/۰۳۲	۱/۸۴	۰/۰۶	۰/۰۴۱	۱/۵۸	۰/۱۲	دسترسی به ماشین آلات	
۰/۰۰۰۹	۱/۸۵	۰/۲۱*	۰/۰۰۳	۱/۹۹	۰/۱۲*	۰/۰۰۰۳	۱/۸۷	۰/۱۵**	قیمت فروش گندم	
۰/۰۳۷	۱/۷۹	۰/۱	۰/۰۴۲	۱/۶۵	۰/۲۳	۰/۰۴۴	۱/۶۷	۰/۹	قیمت کود	
۰/۲۳۹	۱/۲۵	۰/۱۸	۰/۰۰۰۹	۱/۹۹	۰/۱	۰/۰۳۵	۱/۸۶	۰/۰۹	قیمت ماشین آلات	
۰/۰۰۰۱	۱/۸۷	۰/۰۰۵	۰/۰۲۳	۱/۸۶	۰/۰۸	۰/۰۰۵	۱/۸۲	۰/۰۲	قیمت خرید بذر	
۰/۰۰۳	۱/۷۴	۰/۳۳	۰/۰۰۲	۱/۸۵	۰/۲۳	۰/۰۴۸	۱/۸۴	۰/۱۸	پرداخت به موقع دولت	
۰/۰۰۵	۱/۹۷	۰/۲۸	۰/۰۰۰۴	۱/۸۹	۰/۴۲**	۰/۰۰۴	۱/۶۹	۰/۵۳*	سود	
۰/۰۲۴	۱/۹۸	۰/۰۴	۰/۰۰۳	۱/۹۹	۰/۱۲	۰/۰۰۲	۱/۸۵	۰/۰۶	قیمت زمین	
۰/۰۳۶	۱/۵۹	۰/۲۴	۰/۰۲۵	۱/۶۸	۰/۱۹	۰/۰۲۲	۱/۷۶	۰/۲۴	یکپارچگی زمین	
۰/۰۰۰۴	۱/۶۶	۰/۰۸	۰/۰۰۶	۱/۶۱	۰/۱	۰/۰۰۰۱	۱/۹۳	۰/۰۱	مالکیت زمین	
۰/۰۰۰۲	۱/۹۲	۰/۴۱**	۰/۰۰۲	۱/۹۵	۰/۲۳	۰/۰۰۴	۱/۶۹	۰/۳۱	یارانه های دولتی	
۰/۰۳۲	۱/۷۵	۰/۱۳	۰/۰۰۴	۱/۹۷	۰/۰۵	۰/۰۰۰۸	۱/۸۶	۰/۰۰۲	بیمه حوادث	
۰/۰۲۵	۱/۸۳	۰/۱۶	۰/۰۰۰۲	۱/۶۸	۰/۲۳	۰/۰۲۱	۱/۷۸	۰/۱۴	کیفیت ماشین های	دانش تکنولوژیکی
۰/۰۰۰۷	۱/۹۴	۰/۱۸	۰/۰۲۲	۱/۹۳	۰/۲۴	۰/۰۰۳	۱/۸۳	۰/۱۹	کیفیت ماشین های تهیه	
۰/۰۲۱	۱/۷۵	۰/۴۹*	۰/۰۰۰۴	۱/۹۲	۰/۳۷*	۰/۰۰۱	۱/۹۱	۰/۳۹*	کیفیت ماشین های	
۰/۰۰۰۶	۱/۸۷	۰/۰۴**	۰/۰۳۱	۱/۹۲	۰/۱۱*	۰/۰۰۰۳	۱/۷۴	۰/۱۳**	کیفیت ماشین های کود	
۰/۰۰۳	۱/۴۹	۰/۱۳	۰/۰۴۵	۱/۸۳	۰/۱	۰/۰۲۴	۱/۸۶	۰/۰۵	کیفیت ماشین های سم	
۰/۰۰۰۸	۱/۶۸	۰/۰۷	۰/۰۳۳	۱/۹۲	۰/۰۵	۰/۰۰۶	۱/۶۵	۰/۶	کیفیت ماشین های	
۰/۰۰۰۴	۱/۹۱	۰/۰	۰/۰۲۳	۱/۸۹	۰/۰۰۱	۰/۶۴۵	۱/۱۲	۰/۲۴	استفاده از GPS	

در گام دوم به منظور انتخاب تابع تولید مناسب، تأثیر متغیرهای معنی دار بر متغیر وابسته با تخمین سه مدل رگرسیونی لگاریتمی کاب داگلاس، ترانسندنتال و ترانسلوگ مورد بررسی قرار گرفت که در نهایت با استفاده از ضرایب معنی داری و آزمون F با تلفیق عوامل مختلف مؤثر، مدل ترانسلوگ تولید گندم با ضریب تعیین

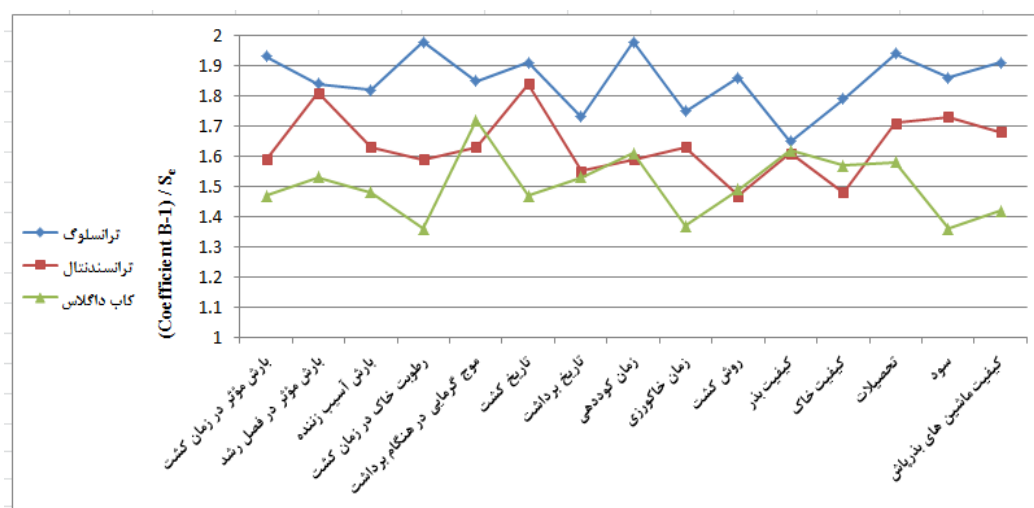
چندگانه: ۰/۹۵۶، ضریب تعیین تعدیل شده: ۰/۹۲۱ و خطای استاندارد باقیمانده: ۰/۰۰۰۴ به عنوان بهترین مدل برآورد گردید.

جدول (۵) آماره‌های ارزیابی مدل‌های کاب داگلاس، ترانسندنتال و ترانسلوگ در تولید گندم

آماره‌های ارزیابی مدل												ابعاد مؤثر ↓
کاب داگلاس				ترانسندنتال				ترانسلوگ				
t	Sig	(B-1)/S _e	R ²	t	Sig	(B-1)/S _e	R ²	t	Sig	(B-1)/S _e	R ²	
-۲/۷۵	۰/۰۱۵	۱/۴۷	۰/۵۹۷*	۳/۴۵	۰/۰۰۴	۱/۵۹	۰/۵۹۷*	۳/۴۵	۰/۰۰۰۲	۱/۹۳	۰/۶۶۳**	بارش مؤثر در زمان کشت
۲/۲۷	۰/۰۳۳	۱/۵۳	۰/۶۴۵*	۲/۴۱	۰/۰۲۳	۱/۸۱	۰/۶۴۵*	۲/۶۷	۰/۰۰۴	۱/۸۴	۰/۶۸۱*	بارش مؤثر در فصل رشد
۲/۶۳	۰/۰۲۴	۱/۴۸	۰/۴۹۷*	-۲/۶۱	۰/۰۱۲	۱/۶۳	۰/۴۹۷*	۲/۹۳	۰/۰۲۴	۱/۸۲	۰/۵۹۷*	بارش آسیب زننده
۲/۸۵	۰/۰۰۱	۱/۳۶	۰/۶۵۳*	۲/۴۳	۰/۰۰۳	۱/۵۹	۰/۶۵۳**	۳/۶۳	۰/۰۰۰۱	۱/۹۸	۰/۶۹۱**	رطوبت خاک در زمان کشت
۲/۳۱	۰/۰۳۴	۱/۷۲	۰/۵۹۹*	۲/۹۱	۰/۰۰۱	۱/۶۳	۰/۵۹۹*	۲/۹۱	۰/۰۰۳	۱/۸۵	۰/۶۳۲*	موج گرمایی هنگام برداشت
۲/۱۷	۰/۰۰۵	۱/۴۷	۰/۴۸۳*	۲/۳۱	۰/۰۴۵	۱/۸۴	۰/۴۸۳*	۳/۳۱	۰/۰۰۰۵	۱/۹۱	۰/۴۹۴**	تاریخ کشت
۲/۱۵	۰/۰۰۴	۱/۵۳	۰/۴۶۷*	۲/۱۴	۰/۰۰۴	۱/۵۵	۰/۴۶۷*	-۲/۹۸	۰/۰۰۲۱	۱/۷۳	۰/۴۲۸*	تاریخ برداشت
۲/۱۶	۰/۰۴۸	۱/۶۱	۰/۵۱۴*	-۲/۴۱	۰/۰۰۳	۱/۵۹	۰/۵۱۴*	۳/۴۳	۰/۰۰۰۳	۱/۹۸	۰/۴۶۸**	زمان کوددهی
۲/۳۱	۰/۰۲۱	۱/۳۷	۰/۲۶۱*	۲/۵۴	۰/۰۳۴	۱/۶۳	۰/۲۶۱*	۲/۵۴	۰/۰۴۵	۱/۷۵	۰/۳۹۹*	زمان خاکورزی
-۲/۱۴	۰/۰۰۵	۱/۴۹	۰/۴۱۴*	۲/۵۱	۰/۰۰۳	۱/۴۷	۰/۴۱۴*	۲/۵۱	۰/۰۰۵	۱/۸۶	۰/۴۹۵*	روش کشت
-۲/۳۴	۰/۰۳۲	۱/۶۲	۰/۳۹۷*	۲/۶۷	۰/۰۱۱	۱/۶۱	۰/۳۹۷*	۳/۴۶	۰/۰۰۰۳	۱/۶۵	۰/۴۱۱**	کیفیت بذر

کیفیت خاک	۰/۴۹۶**	۱/۷۹	۰/۰۰۰۱	۳/۶۵	۰/۴۳۱**	۱/۴۸	۰/۰۰۰۲	۲/۴۵	۰/۴۳۱*	۱/۵۷	۰/۰۲۱	۲/۵۲
تحصیلات کشاورز	۰/۴۹۶**	۱/۹۴	۰/۰۰۰۳	۳/۴۵	۰/۳۹۷*	۱/۷۱	۰/۰۲۳	۲/۴۷	۰/۳۹۷*	۱/۵۸	۰/۰۲۴	۲/۴۹
سود	۰/۵۱۲**	۱/۸۶	۰/۰۰۰۸	۳/۱۱	۰/۴۸۹*	۱/۷۳	۰/۰۰۵	۲/۱۳	۰/۴۸۹*	۱/۳۶	۰/۰۳۱	۲/۳۳
کیفیت ماشین بذرپاش	۰/۳۴۹*	۱/۹۱	۰/۰۰۰۴	۲/۴۵	۰/۲۵۷*	۱/۶۸	۰/۰۰۱	۲/۷۱	۰/۲۵۷*	۱/۴۲	۰/۰۱۶	۲/۴۹
آماره‌های ارزیابی مدل ترانسلوگ:	ضریب تعیین چندگانه: ۰/۹۵۶			ضریب تعیین تعدیل شده: ۰/۹۲۱			خطای استاندارد باقیمانده: ۰/۰۰۰۴					

بنابراین با توجه به میزان ضریب تعیین تعدیل شده مدل ترانسلوگ، می توان بیان کرد که متغیرهای مستقل مدل، ۹۲ درصد از تغییرات تغییرات تولید گندم در استان فارس را تبیین می کنند. شکل (۴) نتایج حاصل از مقایسه متغیرهای مؤثر با خط یک به یک آمار آزمون t در سه تابع تولید کاب داگلاس، ترانسندنتال و ترانسلوگ و برتری تابع تولید ترانسلوگ را نشان می دهد (هر چه نتیجه این معادله: $(B-1) / S_e$ Coefficient به ۲ نزدیکتر باشد، مدل قویتر است).



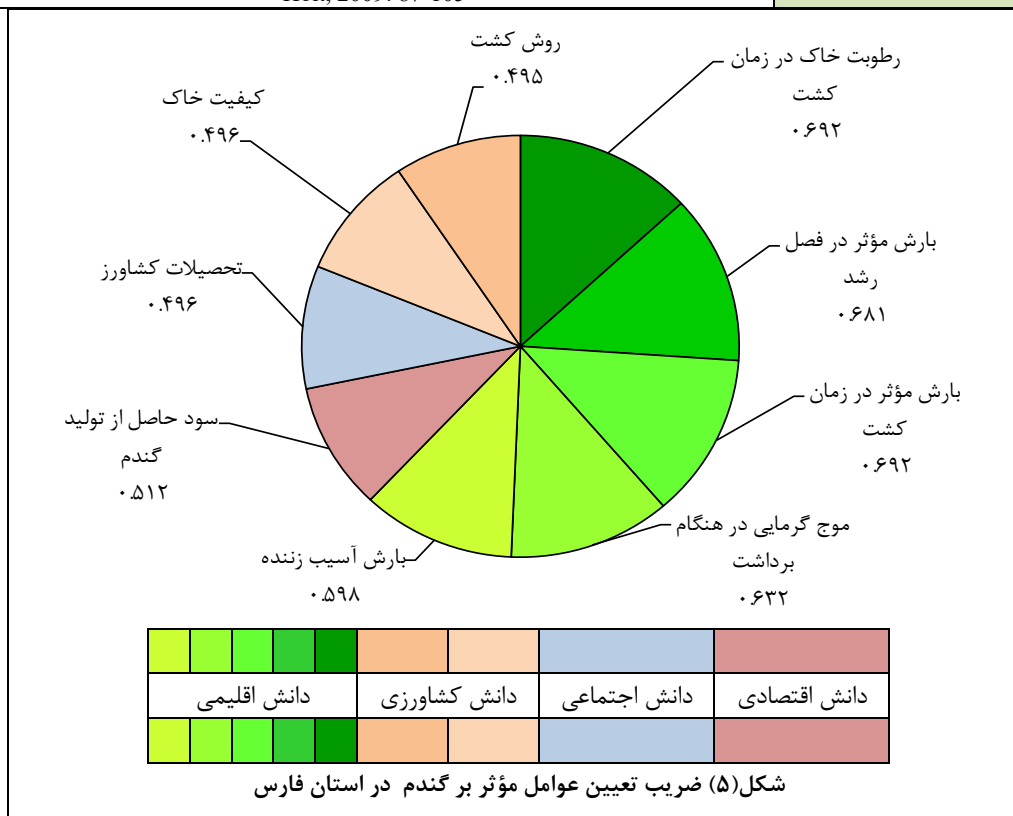
شکل (۴) مقایسه توابع تولید کاب داگلاس، ترانسندنتال و ترانسلوگ با عامل "مقایسه با خط یک به یک آمار آزمون t

بطور کلی می توان گفت از دیدگاه کشاورزان استان به ترتیب؛ رطوبت خاک در زمان کشت (۰/۶۹۲)، بارش مؤثر در فصل رشد (۰/۶۸۱) و در تاریخ کشت (۰/۶۶۳)، موج گرمایی در هنگام برداشت (۰/۶۳۲)، بارش آسیب زننده (۰/۵۹۸)، سود حاصل از تولید گندم (۰/۵۱۲)، تحصیلات کشاورز (۰/۴۹۶)، کیفیت خاک (۰/۴۹۶) و

روش کشت (۰/۴۹۵) با ضریب تعیین‌های ذکر شده در کنار آن‌ها؛ مهمترین عوامل تبیین کننده تولید گندم در استان فارس می‌باشند. شکل (۴). در جدول (۶) مطالعاتی که نتایج حاصل از این پژوهش را تأیید می‌کند آورده شده است.

جدول (۶) مطالعات مرتبط با مهمترین عوامل در تغییرات تولید گندم

عامل	مطالعات مرتبط
بارش مؤثر در زمان کشت	Rahimi, et al, 2014: 91-98, Yin et al., 2017: 180-187, Wang et al., 2018: 41-53
بارش مؤثر در فصل رشد	Wang et al., 2018: 41-53, Song et al., 2013: 66-74, Chen et al., 2013: 272-285
تاریخ کشت و کیفیت خاک	Harker et al., 2016: 170-180, Qin et al., 2006: 50-61, Lehnhoff et al., 2013: 564-569
موج گرمایی هنگام برداشت	Song et al., 2013: 66-74, Wang et al., 2013:1025-1037, Yolcu and Cetin, 2015:233-241
بارش آسیب زنده	Song et al., 2013: 66-74, Wang et al., 2013:1025-1037, Yolcu and Cetin, 2015:233-241
سود حاصل از تولید گندم	Bidarkota and Crucini, 2000, 647-666, Bellemare, 2015:1-21, Balagtas and Holt, 2009: 87-105
تحصیلات کشاورز و روش کشت	Bidarkota and Crucini, 2000, 647-666, Bellemare, 2015:1-21, Balagtas and Holt, 2009: 87-105



شکل (۵) ضریب تعیین عوامل مؤثر بر گندم در استان فارس

منابع

- آمارنامه سازمان هواشناسی استان فارس. (۱۳۹۷)، ۴۶.
- آمار نامه کشاورزی استان فارس - جهاد کشاورزی فارس. (۱۳۹۷)، ۱۲.
- بازگیر سعید. (۱۳۹۴). تخمین تولید ذرت دانه ای به کمک شاخص های اقلیم شناسی کشاورزی در مناطق غربی و جنوب غربی ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی جلد ۱۵، شماره ۳۹، صص ۳۲-۷.
- بازگیر سعید؛ غلام حسن محمدی؛ ساری صراف بهروز. (۱۳۹۸). پهنه‌بندی پتانسیل های اقلیمی کشت گندم در استان آذربایجان غربی، جغرافیا و توسعه، ۱۳ (۱): ۲۶-۵.
- دربان استانه علیرضا؛ ایروانی، هوشنگ. (۱۳۸۱). مدهای منظم توسعه پایدارکشاورزی و ترویج و آموزش کشاورزی (مطالعه موردی: گندمکاران استان تهران)، گزارش نهایی طرح ملی، برنامه ملی تحقیقات، شورای پژوهش‌های علمی کشور.
- دربان استانه علیرضا؛ رضوانی، محمدرضا. (۱۳۹۳). مبانی مدیریت روستایی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران. ۲۹-۲۵.
- ریاحی وحید، ضیائیان فیروزآبادی پرویز، عزیزپور فرهاد، دارویی پرستو. (۱۳۹۸). تعیین و بررسی سطح زیرکشت محصولات زراعی در ناحیه لنجانان با استفاده از تصاویر ماهواره ای. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۹ (۵۲): ۱۶۹-۱۴۷.
- قادری ناصح، علیجانی بهلول، حجازی زاده زهرا، سلیقه محمد. (۱۳۹۷). مدل فضایی تولید گندم استان کردستان با ریز پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۸ (۴۸): ۱۹-۱.
- کریمی احمدآباد مصطفی؛ قاسمی الهه. (۱۳۹۶). بررسی پدیده تغییر اقلیم با رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره، جغرافیا و برنامه ریزی، ۲۱ (۶۱): ۳۶۱-۳۴۱.
- محمدی حسین؛ عزیزی قاسم؛ خوش اخلاق فرامرز؛ فیروز رنجبر. (۱۳۹۶). تحلیل روند شاخص‌های حدی بارش روزانه در ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۹ (۱): ۱.
- مرکز آمار ایران. (۱۳۹۶)، ۴۶.
- Adams, R. M., (1992), **Climate Agriculture and the Environment**, Sustainable Agricultural Development; The Role of International Cooperation . IAAE, University of Oxford. 19(95): 200-215.
- Balagtas, M.T. Holt., (2009), **The commodity terms of trade, unit roots, and nonlinear alternatives: A smooth transition approach**, American Journal of Agricultural Economics, 91 (1): 87-105.
- Bamidele, F. S. Babatunde, R. O. and Rasheed, A. (2008), **Productivity analysis of cassava-based production systems in the Guinea savannah: Case study of Kwara State, Nigeria**, AmericanEurasian Journal of Scientific Research, 3(1): 33-39.
- Barros, V.R, Dokken, D.J, Mach, K.J, Mastrandrea M.D, Bilir T.E., et al., (2019), **Climate Change Impacts, Adaptation, and Vulnerability**, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 50-97.

- Bellemare, M.F., (2015), **Rising food prices, food price volatility, and social unrest**, American Journal of Agricultural Economics, 97 (1): 1-21.
- Bhatt, N. J. (2014), **Productivity in small and medium enterprises of India: A Cobb-Douglas production function approach**. IUP Journal of Management Research, 13(1): 29.
- Bidarkota, M.J. Crucini, K., (2000), **Commodity prices and the terms of trade**, Review of International Economics, 8 (4): 647-666.
- Buck-Sorlin, J, **Process-based model**, (2013). Encyclopaedia of Systems Biology, Springer, New York, USA, 2(21): 1755.
- Chand, S. and Yala, C. (2009), **Land tenure and productivity: farm-level evidence from Papua New Guinea**, Land Economics, 85(3): 442-453.
- Chen, P.T. Wu, X.N. Zhao, P., (2013), **Naraine Effect of different mulches on harvested rainfall use efficiency for corn (*Zea mays* L.) in semi-arid regions of Northwest China**, Arid Land Res. Manage, 27 (20): 272-285.
- Conceicao, P., Fuentes-Nieva, R., Horn-Phathanthai, L. and Ngororano, A., (2016), **Food security and human development in Africa: Strategic considerations and directions for further research**, African Development Review, 23(2): 237-246.
- FAO, (2012 & 2016), **FAO Statistical Databases**. <http://faostat.fao.org>, 45-67 & 89.
- Harker, J.T. O'Donovan, K. Turkington, R.E. Blackshaw, N.Z. Lupwayi, E.G. Smith, E.N. Johnson, D. Pageau, S.J. Shirliffe, R.H. Gulden, J. Rowsell, L.M. Hall, C.J. Willenborg, (2016), **Diverse rotations and optimal cultural practices control wild oat (*Avena fatua* L.)**, Weed Sci., 64 (16): 170-180.
- Huamin, H. Huang, L. Jianfeng, (2010). **Parameter estimation of the mixed Logit model and its application**, Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 10(5): 73-78.
- Hylleberg, S., Engle, R.F., Granger, C.W.J., Yoo, B.S. (1990), **Seasonal integration and Lehnhoff, Z.J. Miller, M.J. Brelford, S. White, B.D. Maxwell, (2013), Relative canopy height influences wild oat (*Avenafatua*) seed viability, dormancy, and germination**, Weed Sci., 2013 (61) : 564-569.
- Licker R, Kucharik CJ, Dore T, Lindeman MJ, Makowski D.,(2013), **Climatic impacts on winter wheat yields in Picardy, France and Rostov, Russia:1973-2010**, Agricultural and Forest Meteorology, 176(21): 25-37.
- Lu, H., Xie, H., He, Y., and Wu, Z. 2018. **Assessing the impacts of land fragmentation and plot size on yields and costs: A translog production model and cost function approach**, Agricultural Systems, Volume 161, March 2018, Pp: 81-88.
- McFadden, K. Train,(2000). **Mixed MNL models for discrete response**, Journal of applied Econometrics, 41(2): 447-470.
- Mihailović, B. Lalić, S. Malinović, I. Arsenić,(2004) **The use of climate model for purposes of field and vegetable crops production**, Field Veg. Crops Res., 40 (124): 35-44.
- Moore, F.C., Baldos, U.L.C., Hertel, T.,(2017). **Economic impacts of climate change on agriculture: a comparison of process-based and statistical yield models**. Environ. Res. Lett. 12 (6), 1-9.

- Petersen, J., Haastrup, M., Knudsen, L., Olesen, J.E., (2017), **Causes of yield stagnation in winter wheat in Denmark**. DJF Report Plant Science, Faculty of Agricultural Sciences, Aarhus University, Aarhus, Denmark. 97(14): 47-59.
- Piñera-Chavez F.J, Berry P.M, Foulkes M.J, Molero G., (2019), **Avoiding lodging in irrigated spring wheat Genetic variation of stem and root structural properties**. Field Crops Research, 196(5):64-74.
- Qin walter, S. Peter, R., (2006), **Impact of tillage on maize rooting in a Cambisol and Luvisol in Switzerland, Soil Till. Res.**, 85 (26): 50-61.
- Rahimia,j, A. Khalilia, J. Bazrafshan, L., (2014), **Estimation of effective precipitation for winter wheat in different regions of Iran using an Extended Soil-Water Balance Model**, Desert, 19(2): 91-98.
- Reeve, J B Endelman, B. E Miller, D J Hole., (2012),**Residual effects of compost on soil quality and dryland wheat yield sixteen years after compost application**, Soil Sci Soc Am J, 76 (342): 278-285.
- Scheaffer, R.L., Mendenhall, W., Ott, R.L., and Gerow, K.G.,(2012), **Elementary survey sampling**. 7th edition,USA, Boston, MA, USA: Cengage Learning., 45-58.
- Song, J.R. Guo, Z.P. Zhang, T.J. Kou, A.X. Deng, C.Y. Zheng, J. Ren, W.J. Zhang., (2013), **Impacts of planting systems on soil moisture: soil temperature and corn yield in rainfed area of Northeast China**, Eur. J. Agron., 50 (201): 66-74.
- Staben, F, Bezdicek, L Smith, F Fauci., (1997), **Assessment of soil quality in conservation reserve program and wheat-fallow soils**, Soil Sci Soc Am J, 61 (127): 124-130.
- Stute, A. Clement, G. Lohmann, (2018). **Global climate models: past, present, and future**, Proc. Natl. Acad. Sci., 98 (19): 10529-10530.
- Slingo, K. Bates, N. Nikiforakis, M. Piggott, M. Roberts, L. Shaffrey, P.L. Weller, M., (2016). **Developing the next-generation climate system models: challenges and achievements**, Philos. Trans. Math. Phys. Eng. Sci., 367 (116): 815-831.
- Meng, R. Carew, W. Florkowski, A. Klepacka, (2017).**Analyzing temperature and precipitation influences on yield distributions of canola and spring wheat in Saskatchewan**, J. Appl. Meteorol. Climatology, 56 (4): 897-913.
- Tao F.L, Zhang Z, Xiao D.P, Zhang S, RoÉ tter RP, Shi WJ., (2014), **Responses of wheat growth and yield to climate change in different climate zones of China, 1981-2009**. Agricultural and Forest Meteorology, 189(190): 91-104.
- Vigini M. C., Fazey I., Reed M. S., Stringer L. C., Robinson G. M., Evely A. C.,(2017), **Integrating Local and Scientific Knowledge for Environmental Management**, Journal of Environmental Management, 7(91): 12-27.
- Wang, J.A. Palta, C. Wei, Y. Chen, X. Deng., (2018), **Nitrogen fertilization improved water-use efficiency of winter wheat through increasing water use during vegetative rather than grain filling** Agric. Water Manage., 197 (8): 41-53.
- Wang, S. Gong, D. Xu, Y. Yu, Y. Zhao., (2013), **Impact of drip and level-basin irrigation on growth and yield of winter wheat in the North China plain**, Irrig. Sci, 31(28): 1025-37.
- Wu, Z. Liu, M. and Davis, J., (2005), **Land consolidation and productivity in Chinese household crop production**. China Economic Review, 16(1): 28-49.

- Yalew, A. van Griensven, M.L. Mul, P. van der Zaag, (2016), **Land suitability analysis for agriculture in the Abbay basin using remote sensing, GIS and AHP techniques, Model. Earth Syst. Environ.**, 2 (216): 101.
- Yin, G. Chen, Q. Chai, Y. Guo, F. Feng, C. Zhao, A. Yu, C. Liu., (2017), **Effect of tillage and straw retention mode on seedling emergence and yield of spring wheat in the Hexi Irrigation Area** Chinese J. Eco-Agric., 25 (20): 180-187.
- Yolcu, O. Cetin.,(2015), **Nitrogen fertigation to improve nitrogen use efficiency and crude protein on silage corn**, Turk J. Field Crops, 20 (215): 233-241.
- Yu, C.X. Han, X. Xing Yan, X.H. Li, G.L. Jiang, Y.M. Yan, . (2013), **Rapid characterization of wheat low molecular weight glutenin subunits by ultra-performance liquid chromatography (UPLC)**, J. Agric. Food Chem., 61 (23): 4026-4034.
- Zhang, J.W. Tang, J. Yan, Y.L. Zhang, Y. Zhang, X.C. Xia, Z.H. He., (2009), **The gluten protein and interactions between components determine mixograph properties in an F6 recombinant inbred line population in bread wheat**, J. Cereal Sci., 50 (49): 219-226. Zhao J.F, Zhang Y.H, Qian Y.L, Pan Z.H, Zhu Y.J, Zhang Y,(2016), **Coincidence of variation in wheat yield and climate in northern China**. Science of the Total Environment, 573: 965-973.