بررسی آثار تغییرات اقلیمی بر عملکرد ذرت دانه‌ای در ایران: کابرد رهیافت اقتصادسنجی فضایی با داده‌های پانلی

اسماعیل پیش بهار*[۱]، سیامک دارپرنیان[۲]، محمد قهرمان‌زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۳/۲۳

چکیده

در این پژوهش تاثیر متغیرهای اقلیمی چون نوسانات دما و بارش و نیز میزان نهاده‌های مصرفی بذر، کود اوره و کود فسفات بر عملکرد محصول کشاورزی ذرت دانه‌ای طی سال‌های ۹۱-۱۳۷۰ بررسی شد. با استفاده از مدل ریکاردین و روش اقتصادسنجی فضایی تاثیر تغییرات اقلیمی نظیر دما و بارش و میزان نهاده‌های مصرفی بذر و کود اوره و فسفات در ۳ اقلیم گرم، معتدل و سرد در کشور، بررسی گردید. نتایج نشان داد که شدت نوسانات تغییرات اقلیمی در هر سه اقلیم مطالعه شده به اندازه‌ای بوده است که به‌عنوان عامل‌های ریسک سیستماتیک شناسایی شوند. با توجه به نتایج به‌دست آمده در اقلیم گرم، گرمای بیش از حد در فصل کشت(ماه خرداد) و نبود گرمای کافی در فصل رشد(ماه مهر) و همچنین کمبود بارش در فصل رشد(ماه مهر) از عامل‌های کاهش عملکرد ذرت می‌باشند و در اقلیم معتدل، گرمای بیش از حد در فصل رشد(ماه مرداد) و فصل برداشت محصول(ماه مهر) عوامل ریسک سیستماتیک به حساب می‌آیند. همچنین در اقلیم سرد، گرما در فصل رشد(ماه خرداد) و در فصل گل‌دهی(ماه مرداد) و فصل برداشت محصول(ماه آبان) عامل تاثیرگذار محسوب می‌شود.

طبقه‌بندی *JEL*: *N55, Q10, O13.*

واژه‌های کلیدی: اقتصادسنجی فضایی، بیمه، تغییرات اقلیمی، روش ریکاردین، ریسک سیستماتیک.

۱- دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه تبریز.

۳- دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تبریز.

* نویسنده‌ی مسئول مقاله: pishbahar@yahoo.com

پیشگفتار

با توجه به گرم شدن کره زمین و افزایش دما، احتمال وقوع خشکسالی در آینده وجود دارد. شدت تغییرات اقلیمی در چند سال اخیر به خاطر فعالیت‌های صنعتی و آلوده‌کننده انسانی روند افزایشی بیشتری یافته است. بنابراین تغییرات آب و هوا یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های پیش روی بشریت در قرن حاضر خواهد بود. لذا چون بخش کشاورزی از تغییرات اقلیمی تاثیرپذیر است، در نتیجه تامین نیازهای غذایی انسان‌ها در آینده با مشکل مواجه خواهد شد(هیات بین دولتی در مورد تغییرات اقلیمی، ۲۰۰۷). با توجه به تاثیرپذیری بخش کشاورزی از تغییرات اقلیمی و این که ذرت یکی از غلات مهم است و پس از گندم، بیشترین اراضی کشاورزی جهان به این محصول اختصاص دارد؛ از همین روی اهمیت دارد که تاثیر متغیرهای اقلیمی را بر عملکرد ذرت بررسی شود. تولیدات داخلی ذرت دانه‌ای در کشور حدود ۴۰٪ نیاز داخلی کشور به این محصول کشاورزی را پوشش می‌دهد بنابراین ۶۰٪ باقیمانده از طریق واردات تامین می‌شود. ایران با واردات ۳/۲ میلیون تن ذرت در سال در رتبه هشتم واردکنندگان ذرت جهان قرار دارد(سازمان توسعه تجارت، ۱۳۹۱). در ایران تولیدکنندگان اصلی ذرت به ترتیب استان‌های خوزستان، فارس، کرمانشاه، کرمان، همدان، قزوین، لرستان، ایلام، هرمزگان و یزد می‌باشند(وزارت جهاد کشاورزی، آمارنامه کشاورزی ۱۳۸۹). این محصول به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی در دنیا، سهم مهمی در معاملات آتی بورس‌های بزرگ جهان دارد. مصرف بیش از ۵ میلیون تنی این کالا در کشور تقریبا معادل یک سوم مصرف گندم در کشور به شمار می‌رود(بورس کالای ایران، شماره ۹۰۳۲۱). ذرت با وجود آن که یک گیاه گرمسیری است، نمی‌تواند آب و هوای بسیار گرم را تحمل کند. مناسب‌ترین محیط برای کشت آن، ناحیه‌ای است که دمای آن دست کم به مدت ۳ تا ۴ ماه متوالی، ۲۱ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد باشد. در صورتی که دمای اواسط تابستان ناحیه کشت ذرت کمتر از ۱۸ درجه سانتی‌گراد یا میانگین دمای تابستان کمتر از ۱۳ درجه باشد، میزان رشد گیاه کاهش یافته و در صورت طولانی شدن کاهش دما، کشت ذرت غیرممکن خواهد بود(مدیریت مطالعات اقتصادی، برنامه‌ریزی و آموزش، ۱۳۹۱). از همین روی اهمیت دارد که تاثیر متغیرهای اقلیمی را بر عملکرد ذرت بررسی شود.

مطالعاتی در مورد تاثیر تغییرات اقلیمی بر روی محصولات کشاورزی انجام شده است که به اختصار چند مورد آن را ذکر می‌شود.

بازگیر و کمالی(۱۳۸۷) با استفاده از متغیرهای مختلف هواشناسی و شاخص‌های هواشناسی کشاورزی در شهرهای سنندج، قروه و بیجار اقدام به پیش‌بینی عملکرد گندم دیم نمودند. بر اساس این تحقیق در سنندج و قروه ۶۸٪، در کرمانشاه ۹۱٪ و کنگاور ۸۱٪ از تغییرات عملکرد محصول

گندم دیم، متاثر از تغییرات پارامترهای هواشناسی و شاخص‌های منتخب هواشناسی کشاورزی می‌باشد.

اسماعیلی و همکاران(۱۳۸۷) در یک مطالعه بر روی تغییرات اقلیمی در کشاورزی ایران با استفاده از داده‌های سری زمانی ۸۳ – ۱۳۶۳ به صورت تلفیقی و با استفاده از مدل ریکاردو در ۱۷ استان کشور به این نتیجه رسیدند که متغیرهای اقلیمی اثر معنی‌دار و غیرخطی بر درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت گندم دارند، همچنین ایشان نشان دادند که افزایش در دما و کاهش بارندگی در ۱۰۰ سال آینده باعث کاهش بازده ۴۱ درصدی در هکتار می‌شود.

سبزی وری و همکاران(۱۳۹۱) این تحقیق را با هدف بررسی عوامل اقلیمی بر عملکرد گندم دیم و آبی در ایستگاه‌های منتخب استان همدان انجام دادند. بررسی با روش رگرسیون خطی دو متغیره انجام و اثرگذاری هر یک از عوامل بر عملکرد گندم با معیارهای آماری ضریب همبستگی و ضریب تبیین مقایسه شد. در مجموع حساسیت شاخص عملکرد گندم دیم نسبت به پارامترهای جوی و آگروکلیمایی بیشتر از گندم آبی به دست آمد.

ریدسما و همکاران(۲۰۰۹) به بررسی اثرات تنوع و تغییر اقلیم بر عملکرد منطقه‌ای محصول ذرت با استفاده از مدل فرآیند- محور[1] در اروپا پرداختند. نتایج نشان داد که عملکرد بالقوه با بالا رفتن درجه حرارت افزایش می‌یابد که برخلاف شبیه‌سازی‌های مدل بود.

امیر اصلانی(۲۰۱۰) در مطالعه کشاورزی کانادا با استفاده از مدل ریکاردویی و با استفاده از داده‌های سه دوره‌ی زمانی نشان داده است که تغییرات آب و هوایی اثرات پیچیده و غیرخطی در کشاورزی دارد. همچنین اهمیت بر جسته بارش در دشت‌های کانادا را نشان داده است. اثرات حاشیه‌ای از تعرق، بارش، و رطوبت نسبی نشان‌دهنده رابطه مستقیم و مثبتی بین زمین‌های کشاورزی ارزش‌ها و متغیرهای مربوط به آب و هوا وجود دارد.

تراویس و همکاران(۲۰۱۲) عنوان کردند که آب و هوا اثرات مستقیم و بارزی بر روی تولید محصولات کشاورزی دارد. توسعه و انتشار شیوه‌های جدید کشاورزی و فن‌آوری تا حد زیادی مشکل چگونگی سازگاری کشاورزان را با تغییرات آب و هوایی کاهش می‌دهد.

مرور مطالعات فوق نشان می‌دهد که در نتایج اثر عوامل به مناطق وابسته بوده‌اند. با توجه به گرم شدن کره زمین و افزایش دما احتمال وقوع خشکسالی در آینده وجود دارد همچنین تغییرات آب و هوا یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های پیش روی بشریت در قرن حاضرخواهد بود. لذا چون بخش کشاورزی به تغییرات اقلیمی وابستگی شدیدی دارد در نتیجه تامین نیازهای غذایی انسان‌ها در آینده با مشکل مواجه خواهد شد. در مطالعات فوق (به ویژه مطالعات صورت گرفته در داخل کشور)

1- Process-based model

اثر مجاورت مکان‌های جغرافیایی بر یکدیگر در نظر گرفته نشده است. در واقع اثر عامل‌های اقلیمی به صورت مجزا و بدون توجه به موقعیت مکانی مناطق کشت بر عملکرد محصول در نظر گرفته شده است. همچنین تاثیرگذاری عامل‌های اقلیمی، نظیر دما و بارش، و نهاده‌های مصرفی، نظیر کود و بذر، که با هم میزان عامل مهمی تحت عنوان «خشکی خاک» را تعیین می‌کنند، به‌طور همزمان مرود بررسی قرار نگرفته است. لذا در این مطالعه سعی بر این شده است که میزان تاثیرپذیری عملکرد محصول ذرت از تغییرات آب و هوایی، با توجه به موقعیت جغرافیایی مناطق مورد کشت به همراه نهاده‌های مهمی چون کود و بذر، بررسی شود. بدین منظور تاثیر تغییرات اقلیمی(دما و بارش) به همراه نهاده‌های بذر و کود مصرفی بر عملکرد محصول ذرت دانه‌ای در استان‌های مختلف کشور طی سال‌های ۹۱-۱۳۷۰ مورد بررسی قرار گرفت.

روش تحقیق

مدل ریکاردین برای تخمین تاثیر اقلیمی، اجتماعی- اقتصادی و متغیرهای جغرافیایی بر روی ارزش زمین‌های کشاورزی به‌کار گرفته می‌شود. تناسب مدل ریکاردین به منظور بررسی تاثیر تغییرات آب و هوایی در کشاورزی با رابطه کمی بین ارزش زمین‌های کشاورزی و آب و هوا و عوامل غیر آب و هوا عنوان شده است(امیر اصلانی، ۲۰۱۰). البته در این مطالعه تنها بخش اول الگوی ریکاردین مبنی بر تاثیر پذیری عملکرد محصول از تغییرات اقلیمی مورد بررسی قرار گرفته است. از این روی رابطه زیر مد نظر قرار گرفت:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) \qquad (1)$$

که در آن، Y مقدار عملکرد محصول ذرت، X_1 میانگین دمای ماه‌های کشت، X_2 مقدار بارش ماه‌های کشت، X_3 مقدار بذر، X_4 مقدار کود اوره و X_5 مقدار کود فسفات مصرفی می‌باشد. نهاده‌های بذر، کود اوره و کود فسفات از میان نهاده‌های تولید به این دلیل انتخاب گردید که نهاده کود و بذر همراه با میزان بارش (یا آبیاری) و میزان دما، میزان «خشکی خاک» را تعیین می‌کنند که این عامل تاثیر ویژه‌ای بر عملکرد محصول دارد. از این روی به نظر می رسد به منظور بررسی اثر عامل‌های اقلیمی، بر میزان عملکرد داشتن اطلاعات میزان مصرفی نهاده‌هایی چون کود و بذر ضرورت پیدا می‌کند.

اقتصادسنجی فضایی: برای بررسی تاثیر تغییرات اقلیمی بر عملکرد ذرت دانه‌ای در کشور ابتدا لازم است که ارتباط بین مناطق مورد کشت ذرت مشخص شود. به این صورت که تعیین گردد که هر استان با استان‌های موجود در اقلیم یکسان خود چه ارتباطی دارد. وقتی در تحلیل رگرسیون از داده‌های کلی حاصل از مناطق جغرافیایی مختلف(مانند استان‌ها یا شهرستان‌ها) استفاده می‌شود

وجود خود همبستگی فضایی در اجزای اخلال طبیعی است. همچنین بحث ناهمسانی فضایی بین مناطق مورد بررسی نیز مطرح می‌شود. لازم به ذکر است که اصطلاح «ناهمسانی فضایی» اشاره به انحراف در روابط بین مشاهدات در سطح مکان‌های جغرافیایی فضا دارد. به همین دلیل چون در مطالعات مکانی بحث ناهمسانی و خودهمبستگی فضایی وجود دارد در نتیجه باید از اقتصادسنجی فضایی استفاده شود. برای تشریح مفهوم ناهمسانی فضایی یک رابطه‌ی خطی به شکل زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$y_i = X_i\beta_i + \varepsilon_i \qquad (۲)$$

که در آن i بیانگر مشاهدات به دست آمده در $i=1,...,n$ نقطه در فضا، X_i نشانگر ماتریسی از متغیرهای توضیحی همراه با مجموعه پارامترهای β_i مربوط به آن، y_i متغیر وابسته در مشاهده یا مکان i و ε_i بیانگر خطای تصادفی در رابطه مذکور است. معادله ۲ نشان‌دهنده یک مدل ساده فضایی می‌باشد(لوساج، ۱۹۹۹).

به منظور نشان‌دادن موقعیت فضایی در الگوهای اقتصاد سنجی فضایی، از سه روش: ۱- تعیین موقعیت در صفحه مختصات، ۲- بردار فاصله‌ها و ۳- روش مجاورت فضایی استفاده می‌شود. در این مطالعه، به دلیل آنکه مقاطع مورد استفاده استان‌ها هستند؛ لذا ناچار به استفاده از روشی هستیم که مجاورت را منظور کند. از این روی، روش سوم در این مطالعه به‌کار گرفته شد و برای نشان دادن مجاورت فضایی از ماتریس فضایی استفاده گردید و از آنجا که مجاورت فضایی به صورت ماتریسی در مدل منعکس می‌شود؛ بنابراین از روش «رگرسیون وزنی جغرافیایی» برای اعمال وزن برای هر یک از متغیرها استفاده شد. در این روش y نشان‌دهنده بردار $N\times1$ مشاهدات متغیر وابسته که از n نقطه در فضا به دست آمده باشد و X ماتریس $N\times K$ متغیرهای توضیحی و ε بردار $N\times1$ خطاهای نرمال، که دارای واریانس ثابت است. با فرض اینکه W_i ماتریس قطری $N\times N$ شامل وزن‌هایی بر مبنای فاصله برای مشاهده i باشد که منعکس‌کننده فاصله میان مشاهده i و سایر مشاهدات دیگر است، می‌توان مدل GWR را به صورت زیر نوشت:

$$W_i y = W_i X\beta_i + \varepsilon_i \qquad (۳)$$

که در آن اندیس i در β_i نشان‌دهنده بردار $K\times1$ پارامتر مربوط به مشاهده i است. مدل GWR، N مورد از چنین بردارهایی برآورد می‌کند که هر یک برای یک مشاهده هستند(مک میلن و همکاران[1] و ۱۹۹۶).

به طور کلی مدل‌های خودرگرسیون فضایی دارای پنج نوع مدل مختلف هستند که این مدل‌ها عبارتند از : ۱- مدل مرتبه اول خودرگرسیو فضایی (FAR)[1]، ۲-مدل خودرگرسیو فضایی

1- Mcmillen et al

(SAR)[۲]، ۳- مدل خطای فضایی (SEM)[۳]، ۴- مدل دوربین فضایی (SDM)[۴]، ۵- مدل مختلط فضایی (یا مدل خودرگرسیو همراه با خطای فضایی) (SAC)[۵] و ۶- مدل تعمیم‌یافته (یا عمومی) فضایی (GSPRE)[۶].

دلیل استفاده از داده‌های پانلی در این پژوهش این است که همزمان تغییرات زمانی و مقطعی را در نظر می‌گیرد. درنتیجه، می‌تواند نتایج دقیق‌تری را گزارش کند. در واقع استفاده از داده‌های پانلی موجب می‌شود تا اطلاعات به‌صورت وسیعی برای دوره‌ای از زمان در نظر گرفته شود. لذا نتایج درصد اطمینان بالاتری خواهند داشت که بر اساس آن امکان تصمیم‌گیری‌های دقیق‌تر وجود خواهد داشت. شکل کلی یک الگوی پانل فضایی به‌صورت زیر می‌باشد (بلوتی و همکاران[۷] ۲۰۱۳):

$$y_{it} = \alpha + \tau y_{it-1} + \rho\sum_{j=1}^{n} w_{ij} y_{jt} + \sum_{k=1}^{K} x_{itk}\beta_k + \sum_{k=1}^{K}\sum_{j=1}^{n} w_{ij} x_{jtk}\theta_k + \mu_i + \gamma_t + v_{it} \qquad (۴)$$

$$v_{it} = \lambda\sum_{j=1}^{n} m_{ij} v_{it} + \varepsilon_{it} \qquad i = 1,...,n \quad t = 1,...,T \qquad (۵)$$

که در آن θ, λ, ρ پارامترهای فضایی مدل می‌باشند. اگر $\theta = 0$ باشد، مدل SAC است. اگر $\lambda = 0$ باشد، مدل SDM است. اگر $\lambda = 0$ و $\theta = 0$ باشد مدل SAR است. اگر $\rho = 0$ و $\theta = 0$ باشد مدل SEM است و در نهایت اگر $\rho \neq 0$ ، $\theta \neq 0$ و $\mu_i = \phi\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\mu_i + \eta_i$ مدل GSPRE است.

الگوی تجربی: همچنین جهت معرفی الگوی تجربی باید ذکر شود که X_1 بذر، X_2 کود اوره، X_3 میانگین دمای ماه خرداد، X_4 میانگین دمای ماه مرداد، X_5 میانگین دمای ماه مهر X_6 میانگین دمای ماه آبان، X_7 بارندگی ماه مرداد، X_8 بارندگی ماه شهریور و X_9 بارندگی ماه آبان است که البته بسته به فصل کشت ذرت در اقلیم مربوطه متغیرهای برخی از متغیرهای آب‌وهوایی در الگو لحاظ نمی‌شوند. الگوی تجربی ویژه هر اقلیم را می‌توان در جداول ۲، ۴ و ۶ مشاهده کرد.

1- First-order Spatial Autoregressive Model
2- Spatial Autoregressive Model
3- Spatial Error Model
4- Spatial Durbin Model
5- Spatial Autoregressive Model with Auto Regressive disturbances
6- Generalized Spatial Panel Random Effect Model
7- Belotti et al

بعد از برآورد هر یک از پنج تصریح از معادله ۴ در دو حالت اثرات تصادفی و اثرات ثابت، می‌توان اثرات تصادفی را در مقابل اثرات ثابت با استفاده از آزمون هاسمن[1] سنجید(بالتاجی[2]، ۲۰۰۵). البته لازم به ذکر است که آزمون هاسمن فقط برای سه مدل SEM , SAR, SDM امکان پذیر می‌باشد. برای مدل SAC چون فقط حالت ثابت و مدل GSPRE فقط حالت تصادفی وجود دارد، پس نیازی به آزمون هاسمن ندارند(الهورست، ۲۰۰۸). همچنین از آزمون LR جهت انتخاب فرم تابعی مناسب‌تر از میان پنج فرم تابعی SDM, SAR, SEM, SAC, GSPRE استفاده می‌شود. برای مقایسه مدل‌ها با استفاده از آزمون LR یک مدل را نامقید و مدل دیگر را مقید در نظر می‌گیریم. آزمون LR به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$LR = -2(\ln L_R - \ln L_{UR}) \sim \chi^2_{(M)} \qquad (۶)$$

در آزمون LR فرض H_0 قبول مدل مقید و فرض H_1 قبول مدل نامقید می‌باشد. بنابراین اگر مقدار آماره محاسباتی LR از مقدار جدول خی-دو(با M درجه آزادی که تعداد قیدها می‌باشد) بیشتر باشد فرض H_0 رد می‌شود و فرض H_1 مبنی بر انتخاب مدل نامقید به عنوان مدل صحیح تر قبول می‌شود. با توجه به تعداد قیود برای مقایسه مدل‌ها ۴ حالت ممکن پیش می‌آید: ۱- مدل نامقید SDM در مقابل مدل مقید SAR که قید مورد نظر ماتریس وزنی متغیرها می‌باشد، ۲- مدل نامقید SAC در مقابل مدل مقید SEM که قید مورد نظر ضریب همبستگی فضایی(ρ) می‌باشد، ۳- مدل نامقید SAC در مقابل مدل مقید SAR که قید موردنظر ضریب همبستگی فضایی بین جملات اخلال (λ) می‌باشد و ۴- مدل نامقید GSPRE در مقابل مدل مقید SEM که قید مورد نظر ضریب همبستگی فضایی بین متغیرهای اقلیمی (ϕ) می‌باشد.

در نهایت در چهار حالت مقایسه مدل‌ها، مدلی انتخاب می شود که در دو حالت برتری داشته باشد و اگر در چهار حالت چهار مدل مختلف انتخاب شد معیار انتخاب مدل بر اساس تعداد معنی‌دار بودن ضرایب مدل‌ها و نیز آماره R^2 می‌باشد.

تعیین مجاورت فضایی[3] (مجاورت و همسایگی): این روش منعکس‌کننده موقعیت نسبی در فضای یک واحد منطقه‌ای مشاهده، نسبت به واحدهای دیگر است. معیار نزدیکی و مجاورت با اطلاعات به دست آمده از روی نقشه کشور ایران تعیین شده است. قبل از برآورد مدل لازم است در هر اقلیم مجاورت فضایی هر استان را با استان‌های داخل اقلیم تعیین شود. مجاورت فضایی به صورت ماتریس صفر و یک نشان داده می‌شود. در واقع اگر استانی با استان دیگر یه مرز مشترک

1- Hausman
2- Baltagi
3- Quantifying spatial contiguity

داشته باشد عدد یک و اگر هیچ گونه مرز مشترکی نداشته باشند عدد صفر را در ماتریس مجاورت لحاظ می‌شود. در این پژوهش کل کشور با توجه به قطب‌های اصلی کشت ذرت به سه اقلیم گرم، معتدل و سرد تقسیم بندی شده است.

با هدف بررسی آثار تغییرات اقلیمی(دما و بارش) بر تولید محصول ذرت دانه‌ای در کشور ایران داده‌های میانگین درجه حرارت ماهیانه و میانگین بارش ماهانه برای استان‌های کشور از «وزارت راه و شهرسازی، سازمان هواشناسی کل کشور» داده‌های مربوط به میزان عملکرد و داده‌های مربوط به نهاده‌های تولید(میزان بذر، کود پتاس و اوره) استان‌های کشور برای محصول ذرت دانه‌ای از «سازمان جهاد کشاورزی- معاونت امور تولیدات گیاهی» برای سال‌های ۷۰-۹۱ جمع‌آوری شده است. لازم به ذکر است که تعیین موقعیت جغرافیایی برای تک‌تک استان‌ها و تعیین نوع مجاورت استان‌ها با یکدیگر ضروری است. بدین منظور مجاورت و عدم مجاورت استان‌ها با همدیگر از روی نقشه تقسیمات استانی کشور تعیین شده است. جهت تخمین مدل‌های مورد نظر و آزمون‌های مربوطه از نرم افزار Stata 12 استفاده شده است.

نتایج و بحث

آمار توصیفی دما، بارش و عملکرد و نهاده‌های بذر، کود اوره و فسفات برای قطب‌های اصلی استان‌های تولیدکننده ذرت دانه‌ای و دوره کاشت و برداشت در سه اقلیم گرم، معتدل و سرد طی دوره ۹۱-۱۳۷۰ در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به این جدول در اقیلم گرم برای محصول ذرت دانه‌ای در طی سال‌های ۹۱-۱۳۷۰ میانگین میانگین دما ماهانه ۲۲/۱۹ درجه سانتی‌گراد، میانگین کل بارش سالانه ۲۳۶/۹۳ میلی‌متر، میانگین عملکرد سالانه ۶۰۹۸/۹۱ کیلوگرم در هکتار، میانگین میزان بذر مصرفی ۲۹/۱۸ کیلوگرم در هکتار، میانگین میزان کود اوره مصرفی ۳۴۱/۷۴ کیلوگرم در هکتار و میانگین میزان کود فسفات مصرفی ۱۹۵/۲۸ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. در اقلیم معتدل در طی دوره مذکور میانگین میانگین دما، بارش، عملکرد، مصرف بذر، کود اوره و فسفات به ترتیب ۱۸/۵۰ درجه سانتی‌گراد، ۳۷۶/۲۶ میلی‌متر، ۶۱۲۷/۵۵ کیلوگرم در هکتار، ۴۲/۱۵ کیلوگرم در هکتار، ۳۰۷/۹۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۸۵/۴۷ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. در اقلیم سرد نیز این میانگین‌ها به ترتیب ۱۳/۸۶ درجه سانتی‌گراد، ۳۶۹/۹۱ میلی‌متر، ۵۶۰۹/۵۵ کیلوگرم در هکتار، ۲۸/۱۲ کیلوگرم در هکتار، ۲۰۲/۸۸ کیلوگرم در هکتار و ۱۴۹/۸۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

بدین منظور پنج مدل SDM، SAR، SEM، SAC و GSPRE و دو اثر تصادفی و ثابت را برای هر مدل برای سه اقلیم گرم، معتدل و سرد برآورد گردیده است. حال مدل‌های مختلف را

برای اقلیم گرم، معتدل و سرد برآورد می‌شود. ابتدا برای اقلیم گرم و سپس برای دو اقلیم دیگر مدل‌ها برآورد می‌شود.

الف. نتایج برآورد در اقلیم گرم: در این اقلیم نهاده‌های بذر و کود اوره و میانگین دمای ماه خرداد و ماه مهر و بارندگی ماه شهریور و ماه آبان در مدل‌های برآوردی معنی‌دار بوده‌اند. در واقع متغیرهای تاثیرگذار مدل می‌باشند. نتایج برآورد مدل‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است.

بر اساس جدول ۳ آزمون هاسمن در دو مدل SAR, SEM برتری مدل اثرات ثابت بر مدل اثرات تصادفی و در مدل SDM برتری مدل اثرات تصادفی بر مدل اثرات ثابت را نشان می‌دهد. چون در دو مدل، حالت ثابت بر حالت تصادفی برتری دارد؛ پس حالت ثابت مناسب‌تر می‌باشد. همچنین نتایج آزمون LR برای انتخاب مدل مناسب‌تر در جدول ۳ نشان داده شده است بر اساس نتایج در دو حالت مدل SAC ثابت به عنوان مدل مناسب‌تر انتخاب شده است. در واقع «الگوی SAC ثابت» تاثیر متغیرهای اقلیمی و میزان ضریب همبستگی فضایی بین جملات اخلال و ضریب همبستگی فضایی بین استان‌های تولیدکننده ذرت دانه‌ای در اقلیم معتدل را بهتر از سایر الگوهای فضایی بازگو می‌کند.

با توجه به جدول ۲ بر اساس الگو SAC مقدار ضریب نهاده بذر ۱۱/۹۴- می‌باشد؛ یعنی به ازای افزایش یک کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار ۱۱/۹۴ کیلوگرم در هکتار از عملکرد ذرت دانه‌ای کم می‌شود. این می‌تواند ناشی از آن باشد که مصرف بیش از حد بذر موجب می‌شود که گیاه تراکم بالایی پیدا کند و با یکدیگر به رقابت بپردازند و در نهایت عملکرد گیاه پایین می‌آید. این عامل دانه‌های ذرت را ضعیف کرده و در نهایت وزن خالص ذرت کاهش پیدا می‌کند. مقدار ضریب نهاده کود اوره ۲/۷۲ می‌باشد؛ یعنی به ازای افزایش یک کیلوگرم کود اوره مصرفی در هکتار ۲/۷۲ کیلوگرم در هکتار به عملکرد ذرت دانه‌ای اضافه می‌شود. پس می‌توان با افزایش میزان کود اوره عملکرد ذرت دانه‌ای را بالا برد. ضریب دما ماه خرداد ۳۲۰/۹۳- است؛ یعنی با افزایش یک درجه دما عملکرد محصول ۳۲۰/۹۳ کیلوگرم در هکتار کم می‌گردد. این می‌تواند ناشی از آن باشد که چون ذرت در اقلیم گرم در این ماه کشت می‌شود؛ در نتیجه نیاز به دمای پایینی برای فراهم شدن شرایط کشت دارد. بنابراین افزایش بیش از حد دما در این ماه شرایط کشت را مختل می‌کند؛ پس افزایش دما عملکرد محصول را پایین می‌آورد. ضریب دما ماه مهر ۳۰۰/۱۹ است؛ یعنی با افزایش یک درجه دما عملکرد محصول ۳۰۰/۱۹ کیلوگرم در هکتار زیاد می‌گردد. این می‌تواند ناشی از آن باشد که شاید چون ماه مهر در اقلیم گرم از ماه‌های حساس رشد گیاه است و ذرت برای حجیم شدن دانه‌های خود نیاز به گرما دارد، در نتیجه افزایش دما در این ماه عملکرد محصول را افزایش می‌دهد.

ضریب بارندگی ماه شهریور ۱۰۵/۶۲ است؛ یعنی با افزایش یک میلیمتر بارندگی عملکرد محصول ۱۰۵/۶۲ کیلوگرم در هکتار زیاد می‌گردد. در ماه شهریور گیاه مراحل رشد خود را طی می‌کند؛ بنابراین هرگونه افزایش بارندگی موجب حجیم شدن دانه‌ها می‌شود. ضریب بارندگی ماه آبان ۶/۲۰- است؛ یعنی با افزایش یک میلی‌متر بارندگی عملکرد محصول ۶/۲۰- کیلوگرم در هکتار کم می‌گردد. چون افزایش بیش از حد بارندگی موجب سرد شدن هوا می‌شود و چون ذرت برای حجیم شدن دانه‌های خود نیاز به گرما دارد؛ در نتیجه کاهش دما در این ماه عملکرد محصول را کاهش می‌دهد. ضریب همبستگی فضایی بین جملات اخلال ۰/۱۸۶۵- است که در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. مقدار ضریب همبستگی فضایی بین استان‌های تولیدکننده ذرت دانه‌ای ۰/۱۷۱۳ است که در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. یعنی هنگامی که عوامل موثر بر عملکرد محصول مانند دما و بارش را اندازه گیری می‌کنیم، برای جلوگیری از واریانس ناهمسانی لازم است که موقعیت و مجاورت مکان مورد نظر را نیز به نحوی در مدل لحاظ کنیم. معنی‌دار بودن این ضریب به معنای معنی‌داری همبستگی فضایی در رابطه عملکرد که براساس موقعیت جغرافیایی است، می‌باشد. با توجه به ضرایب و تاثیرات آنها بر روی عملکرد کمبود بارش و خشکسالی و همچنین استفاده نادرست از نهاده های بذر و کود اوره عامل ریسک سیستماتیک برای ذرت دانه‌ای در اقلیم گرم می‌باشد.

ب. نتایج برآورد در اقلیم معتدل: نهاده‌های کود اوره و کود فسفات و میانگین دمای ماه مرداد و ماه مهر در مدل‌های برآوردی معنی‌دار بوده‌اند. همچنین بارندگی ماه شهریور در مدل وارد شد، ولی معنی‌دار نبود به دلیل اینکه باید یک متغیر اقلیمی به عنوان بارندگی در مدل لحاظ شود؛ لذا این متغیر در مدل می‌ماند. نتایج برآورد مدل‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است.

بر اساس جدول ۵ آزمون هاسمن در سه مدل SDM, SAR, SEM برتری مدل اثرات ثابت بر مدل اثرات تصادفی را نشان می‌دهد. پس با توجه به این نتایج مدل اثرات ثابت مناسب‌تر می‌باشد. همچنین بر اساس نتایج آزمون LR برای انتخاب مدل مناسب تر با توجه به آماره‌ها می‌توان دریافت که در دو حالت مدل SAR و در یک حالت مدل SEM تصادفی و در یک حالت مدل SEM ثابت به عنوان مدل بهتر انتخاب می‌شود. اما با توجه به آزمون هاسمن مدل اثرات ثابت بر مدل اثرات تصادفی برتری دارد. پس مدل SEM تصادفی کنار گذاشته شده و در نهایت چون مدل SAR در دو حالت برتری دارد، با احتمال قوی‌تری پذیرفته شده و به عنوان مدل مناسب‌تر انتخاب گردیده است. در واقع «الگوی SAR اثرات ثابت» تاثیر متغیرهای اقلیمی و میزان ضریب همبستگی فضایی بین استان‌های تولیدکننده ذرت دانه‌ای در اقلیم معتدل را بهتر از سایر الگوهای فضایی بازگو می‌کند.

با توجه به جدول ۵ بر اساس الگوی SAR مقدار ضریب نهاده کود اوره ۴/۹۵ می‌باشد. یعنی به ازای افزایش یک کیلوگرم کود اوره مصرفی در هکتار ۴/۹۵ کیلوگرم در هکتار به عملکرد ذرت دانه‌ای اضافه می‌شود. پس می‌توان با افزایش میزان مصرف کود اوره عملکرد ذرت دانه‌ای را بالا برد. مقدار ضریب نهاده کود فسفات ۵/۱۶- می‌باشد؛ یعنی به ازای افزایش یک کیلوگرم کود فسفات مصرفی در هکتار ۵/۱۶ کیلوگرم در هکتار از عملکرد ذرت دانه‌ای کم می‌شود. این می‌تواند ناشی از آن باشد که مصرف بیش از حد کود فسفات موجب می شود تا گیاه دچار اختلال شود و در نهایت عملکرد گیاه پایین را آورد. ضریب دما ماه مرداد ۴۰۹/۲۶ است؛ یعنی با افزایش یک درجه دما عملکرد محصول ۴۰۹/۲۶ کیلوگرم در هکتار زیاد می‌گردد. این می‌تواند ناشی از آن باشد که شاید چون ماه مرداد از ماه‌های حساس رشد گیاه است و ذرت برای حجیم شدن دانه‌ای خود نیاز به گرما دارد و چون در اقلیم معتدل بارندگی زیاد است؛ در نتیجه افزایش دما در این ماه اختلاف زیادی در عملکرد محصول ایجاد می‌کند. ضریب دما ماه مهر ۴۲۹/۷۶ است؛ یعنی با افزایش یک درجه دما عملکرد محصول ۴۲۹/۷۶ کیلوگرم در هکتار زیاد می‌گردد. چون در ماه مهر محصول برداشت می‌شود، افزایش دما نیاز گرمایی خوشه‌ها جهت حجیم شدن دانه ها را تامین می‌کند. بنابراین سبب بالا رفتن عملکرد محصول می‌شود. مقدار ضریب متغیر بارندگی ماه شهریور ۱۶/۸۰ می‌باشد که حتی در سطح ده درصد نیز معنی دار نمی‌باشد. مقدار ضریب همبستگی فضایی بین استان‌های تولیدکننده گندم آبی ۰/۰۲۶۴- است که حتی در سطح ده درصد نیز معنی دار نمی‌باشد. با توجه به ضرایب و تاثیرات آنها بر روی عملکرد افت دما و سرما و استفاده نادرست از کودهای اوره و فسفات عامل ریسک سیستماتیک برای ذرت دانه‌ای در اقلیم معتدل می‌باشد.

ج. نتایج برآورد در اقلیم سرد: نهاده‌های بذر و میانگین دمای ماه خرداد، مرداد و آبان و بارندگی ماه مرداد در مدل‌های برآوردی معنی‌دار بوده‌اند. در واقع متغیرهای تاثیرگذار مدل می‌باشند. نتایج برآورد مدل‌ها در جدول ۶ نشان داده شده است.

بر اساس جدول ۷ آزمون هاسمن برای مدل SDM و SEM جود دارد و نتایج نشان‌دهنده برتری مدل اثرات ثابت بر مدل اثرات تصادفی در مدل SDM و برتری مدل اثرات تصادفی بر مدل اثرات ثابت در مدل SEM می‌باشد. چون مقدار آماره مدل SDM خیلی بزرگ‌تر از آماره SEM است پس مدل اثرات ثابت بهتر می‌باشد. همچنین بر اساس نتایج آزمون LR برای انتخاب مدل مناسب‌تر در دو حالت مدل SAC ثابت و در یک حالت مدل SDM ثابت و در یک حالت SEM تصادفی انتخاب شده است. چون مدل SAC در دو حالت برتری دارد؛ لذا مدل SAC ثابت به عنوان مدل مناسب‌تر انتخاب شده است. در واقع «الگوی SAC ثابت» تاثیر متغیرهای اقلیمی و

میزان ضریب همبستگی فضایی بین جملات اخلال و ضریب همبستگی فضایی بین استان‌های تولیدکننده ذرت دانه‌ای در اقلیم سرد را بهتر از سایر الگوهای فضایی بازگو می‌کند.

با توجه به جدول ۶ بر اساس الگو SAC مقدار ضریب نهاده بذر ۰/۴۶- می‌باشد. یعنی به ازای افزایش یک کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار ۰/۴۶ کیلوگرم در هکتار از عملکرد ذرت دانه‌ای کم می‌شود. این می‌تواند ناشی از آن باشد که مصرف بیش از حد بذر موجب می‌شود که گیاه تراکم بالایی پیدا کرده و با یکدیگر به رقابت بپردازند و در نهایت عملکرد گیاه پایین آید. این عامل دانه‌های ذرت را ضعیف کرده و در نهایت وزن خالص ذرت کاهش پیدا می‌کند. مقدار ضریب متغیر دمای ماه خرداد ۲۹۳/۵۷ می‌باشد؛ یعنی با افزایش یک درجه دما عملکرد محصول ۲۹۳/۵۷ کیلوگرم در هکتار زیاد می‌گردد. این می‌تواند ناشی از آن باشد که شاید چون ماه خرداد از ماه‌های حساس رشد گیاه است و ذرت برای حجیم شدن دانه‌های خود نیاز به گرما دارد. ضریب دما ماه مرداد ۳۹۵/۰۹- است؛ یعنی با افزایش یک درجه دما عملکرد محصول ۳۹۵/۰۹ کیلوگرم در هکتار کم می‌گردد. این می‌تواند ناشی از آن باشد که چون این ماه یکی از ماه‌های گل‌دهی ذرت می‌باشد پس نیاز به کاهش دما دارد. پس افزایش دما موجب ایجاد اختلال در گل‌دهی می‌شود و عملکرد محصول را پایین می‌آورد. ضریب دمای ماه آبان ۳۸۹/۱۸- است؛ یعنی با افزایش یک درجه دما عملکرد محصول ۳۸۹/۱۸ کیلوگرم در هکتار کم می‌گردد. این می‌تواند ناشی از آن باشد که چون این ماه، ماه برداشت محصول است و گیاه برای تکمیل دوره رشد خود و برای افزایش عملکرد نیاز به کاهش دما داریم، پس هرگونه افزایش دما دوره رشد را مختل کرده و عملکرد آن را پایین می‌آورد. ضریب متغیر بارندگی ماه مرداد ۲۸/۲۳- می‌باشد؛ یعنی به ازای یک میلی‌متر افزایش بارندگی ۲۸/۲۳ کیلوگرم در هکتار از عملکرد ذرت دانه‌ای کم می‌شود که چون این ماه یکی از ماه‌های گل‌دهی ذرت می‌باشد، پس نیاز به نور کافی برای تکمیل دوره رشد دارد و افزایش بارندگی موجب ایجاد اختلال در گل‌دهی شده و عملکرد محصول را پایین می‌آورد. ضریب همبستگی فضایی بین جملات اخلال ۰/۱۸۶۵- است که در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. مقدار ضریب همبستگی فضایی بین استان‌های تولیدکننده ذرت دانه‌ای ۰/۱۷۱۳ است که در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. یعنی هنگامی که عوامل موثر بر عملکرد محصول مانند دما و بارش را اندازه‌گیری می‌کنیم، برای جلوگیری از واریانس ناهمسانی لازم است تا موقعیت و مجاورت مکان مورد نظر را نیز به نحوی در مدل لحاظ کنیم. معنی‌دار بودن این ضریب به معنای معنی‌داری همبستگی فضایی در رابطه عملکرد که براساس موقعیت جغرافیایی است، می‌باشد. با توجه به ضرایب و تاثیرات آنها بر روی عملکرد سرما بهاره و گرمای بیش از حد تابستان عامل ریسک سیستماتیک برای ذرت دانه‌ای در اقلیم سرد می‌باشد.

نتیجه گیری و پیشنهادات

نتایج حاکی از آن است که عامل ریسک سیستماتیک در بین مناطق مختلف تولید ذرت دانه‌ای وجود دارد، اما نوع آن متفاوت است. در اقلیم گرم، گرمای بیش از حد در فصل کشت(ماه خرداد) و نبود گرمای کافی در فصل رشد(ماه مهر) و همچنین کمبود بارش در فصل رشد(ماه مهر) از عامل‌های پایین آمدن عملکرد ذرت است. در واقع عامل خشکسالی عامل ریسک سیستماتیک می‌باشد. همچنین اطلاع نداشتن کشاورزان در نحوه مصرف نهاده‌ها به‌خصوص میزان بذر و کود اوره مصرفی بر میزان عملکرد تاثیرگذار بوده است. در واقع بین میزان کود اوره مصرفی و بارش در فصل رشد ارتباط وجود دارد. در اقلیم معتدل، گرما در فصل رشد(ماه مرداد) و فصل برداشت محصول(ماه مهر) عامل مهمی به حساب می‌آید. به‌طوری که با کنترل زمان کشت محصول می‌توان عملکرد آن را بالا برد. اگر محصول دیرتر کشت شود، گرمای موردنیاز فصل رشد تامین می‌شود؛ اما از طرفی دیگر موجب می‌شود که محصول دیرتر برداشت شده و در فصل سرد محصول برداشت شود و گرمای مورد نیاز تامین شود. برای حل این مشکل می‌توان از ارقام زودرس ذرت در اقلیم معتدل استفاده نمود. در کل عامل افت دما و سرد شدن دما هوا می‌تواند عامل ریسک سیستماتیک باشد. همچنین اطلاع نداشتن کشاورزان در نحوه مصرف نهاده‌ها به خصوص میزان کود اوره و فسفات مصرفی بر میزان عملکرد تاثیرگذار بوده است. در واقع استفاده بی‌رویه از کود فسفات و کمتر استفاده کردن از کود اوره میزان عملکرد را تحت تاثیر قرار داده است. این می‌تواند ناشی از آن باشد که دسترسی کشاورزان به کودهای مختلف با محدودیت روبرو است و یا به دلیل اختلاف قیمت‌های کودهای مختلف است. پس لازم است انواع کودهای مورد نیاز ذرت و با قیمت‌های مناسب و دسترسی آسان همراه با دستورالعمل مصرف به کشاورزان عرضه گردد. در اقلیم سرد، گرما در فصل رشد (ماه خرداد) محصول عامل مهمی به حساب می‌آید، به طوری که با کنترل زمان کشت محصول می‌توان عملکرد آن را بالا برد. آن طور که باید کاری انجام داد تا روزهای گل‌دهی محصول(ماه مرداد) در موج گرمای تابستان قرار نگیرد. برای حل این مشکل می‌توان از ارقام دیررس ذرت و مقاوم در برابر سرما در اقلیم سرد استفاده نمود. با کشت ارقام دیررس ماه حساس رشد به ماه گرم و روزهای گل‌دهی به ماه خنک‌تر انتقال می‌یابد. همچنین برداشت دیرتر انجام پذیرفته و عملکرد آن بالا می‌رود. در کل عامل سرمای بهاره و گرمای تابستان می‌تواند عامل ریسک سیستماتیک باشد. همچنین اطلاع نداشتن کشاورزان در نحوه مصرف نهاده‌ها به خصوص میزان بذر بر میزان عملکرد تاثیر گذار بوده است.

در اقلیم گرم عامل خشکسالی و در اقلیم معتدل عامل افت دما در ماه‌هایی مشخص(ماه مرداد و مهر) و در اقلیم سرد سرمای بهاره(ماه خرداد) و گرمای تابستان(ماه مرداد) به عنوان عامل‌های

ریسک سیستماتیک شناسایی شدند. با توجه به اینکه این عامل‌های تاثیرگذار عامل‌های طبیعی می‌باشند، لذا کسی در مورد زمان وقوع آن اطلاعی ندارد. ممکن است سالی شدت یابد و یا سالی دیگر متعادل شود. به همین خاطر برای جلوگیری از این مشکلات لازم است که کشاورزان در مقابل چنین حوادثی بیمه شوند. از طرفی دیگر چون ریسک انجام بیمه توسط شرکت‌های بیمه خیلی بالا می‌باشد، لذا شرکت‌های خصوصی بیمه انگیزه‌ای برای انجام چنین کاری ندارند. پس لازم است تا راهکاری پیدا نمود که هم شرکت‌های بیمه در این امر سرمایه گذاری کرده و دچار خسارت زیاد نشوند و هم کشاورزان متحمل خسارت ناشی از این عامل‌های طبیعی نشوند. می‌توان نقشه‌های اقلیم تهیه نمود مشخص کرد که هر استانی در چه اقلیمی قرار دارد و چه عاملی ریسک سیستماتیک آن منطقه می‌باشد. بیمه‌گران می‌توانند یک عامل مشترک ریسکی در دو اقلیم متفاوت را مدنظر قرار دهند. یعنی می‌توانند بر روی خشکسالی در دو اقلیم معتدل و گرم عمل بیمه‌گذاری انجام دهند. با این کار حداکثر یکی از اقلیم‌ها دچار خسارت شده و در مقابل در اقلیم دیگر برای بیمه‌گذار منفعت ایجاد می‌کند. در مقابل مشکلی که پیش می‌آید این است که کشاورزان در اقلیم معتدل حاضر به پرداخت حق بیمه در مقابل خشکسالی نیستند؛ چون امری غیر معقول می‌باشد. پس برای حل این مشکل می‌توان محصولات دیگری را که ریسک پایین‌تری نسبت به محصول موردنظر دارند را در مقابل ریسک افت سرما در اقلیم معتدل انجام دهند. البته این کار به شرط بیمه شدن کشاورز در مقابل عامل خشکسالی در اقلیم معتدل صورت می‌گیرد. با این کار انگیزه کشاورزان برای بیمه کردن محصولات خود بالا می‌رود. همچنین اعتماد بیشتری به بیمه‌گرها پیدا می‌کنند. این عمل را می‌توان برای دو اقلیم گرم و سرد به نسبت شرایط محیطی انجام داد. بیمه‌گذاری در برابر تغییرات اقلیمی با ریسک بالای مواجه می‌باشد. بنابراین برای انجام فرآیند بیمه‌گذاری برای محصولات کشاورزی لازم است تا از طرف دولت سیاست‌های جایگزینی مانند سیاست یارانه نهاده به قسمت بیمه محصولات کشاورزی انتقال یابد. با این کار هم برای بیمه‌گذارها ایجاد انگیزه می‌شود و هم پذیرش بیمه از طرف کشاورزان آسان‌تر می‌شود و هزینه آن نیز پایین می‌آید.

فهرست منابع:

۱. اسماعیلی ع. و واثقی ا. (۱۳۸۷) بررسی اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی ایران: روش ریکاردین (مطالعه موردی: گندم). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۵ (۱۲): ۶۸۵الی ۶۹۵.

۲. آمارنامه کشاورزی (۱۳۹۱)، آمارنامه‌های کشاورزی سال‌های مختلف. سازمان جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی، دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات.

۳. بازگیر س. و کمالی غ، ع. (۱۳۸۷) پیش‌بینی عملکرد گندم دیم با استفاده از شاخص‌های هواشناسی کشاورزی در برخی از مناطق غرب کشور. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵ (۲): ۱۴ الی ۲۷.

۴. سازمان بورس. (۱۳۹۱) بورس کالای ایران «الزامات موردنیاز برای موفقیت قراردادهای آتی». گزارش شماره ۹۰۳۲۱.

۵. سازمان توسعه تجارت ایران (۱۳۹۱) کتاب مقررات صادرات و واردات سال ۱۳۹۰.

۶. سبزی‌وری ا. ترکمان م. و مریانجی ز. (۱۳۹۱) بررسی تأثیر شاخص‌های و متغیرهای هواشناسی کشاورزی در عملکرد بهینه گندم، مطالعه موردی: استان همدان. نشریه آب و خاک. علوم و صنایع کشاورزی، ۲۶ (۲): ۱۵۵۴ الی ۱۵۶۷.

7. Amiraslany, A. (2010) The impact of climate change on Canadian agriculture: A Ricardian approach. Saskatoon, Saskatchewan: Unpublished Thesis, University of Saskatchewan. Available at: http://library2.usask.ca/theses/available/etd-05252010-102012/
8. Baltagi BH. (2005) Econometric analysis of panel data, 3rd edition. Wiley.
9. Belotti, F. G Hughes, and A. Mortari. (2013) A command to estimate spatial panel models in Stata. University of Rome Tor Vergat School of Economics, University of Edinburg.
10. Elhorst JP. (2008) Serial and spatial autocorrelation. Economics Letters. 100 (3): 422-424
11. FAO, (2015) Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/*/E
12. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (2007) Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the

[Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

13. Lesage, J. (1999) Spatial Econometrics. Department of Economics University of Toledo.
14. McMillan, D.P. (1996) One hundred fifty years of land values in Chicago: a nonparametric approach, Journal of Urban Economics. 40 : 100-124
15. Mendelsohn, R. and Nordhaus, W. D. and Shaw, D. (1994) The impact of global warming on agriculture: A Ricardian analysis. American Economic Review. 84 (4): 753-771.
16. Reidsma P., Ewert F., Boogaard H., and Diepen K. (2009) Regional crop modeling in Europe: The impact of climatic conditions and farm characteristics on maize yields. Agricultural Systems, 100: 51-60
17. Travis J. Lybbert, Daniel A. (2012) Sumner, Agricultural technologies for climate change in developing countries: Policy options for innovation and technology diffusion, Food Policy. 37:114–123.

پیوست‌ها

جدول(۱) - آمار توصیفی متغیرها و دوره کاشت و برداشت ذرت دانه‌ای در سه اقلیم گرم، معتدل و سرد و طی دوره ۹۱-۱۳۷۰

اقلیم	دوره کاشت	دوره برداشت	استان		دما (c)	بارش (mm)	عملکرد (kg)	بذر (kg)	کود اوره (kg)	کود فسفات (kg)
اقلیم گرم	اواسط خرداد تا اواخر تیر	اواخر آبان تا اواخر دی	خوزستان، اصفهان، ایلام، بوشهر، سیستان و بلوچستان، یزد، جنوب کرمان	کمترین	/۴۹ ۱۴	۱۷/۱	۱۰۰۲/۸۸	۸/۰۹	۳۵/۸۱	۱۵/۴۸
				میانگین	/۱۹ ۲۲	۲۳۶/۹۳	۶۰۹۸/۹۱	/۱۸ ۲۹	۳۴۱/۷۴	۱۹۵/۲۸
				بیشترین	/۱۵ ۲۷	۶۷۱/۳	۱۰۱۱۹/۱۳	/۷۹ ۱۷۶	۹۳۲/۴۶	۷۳۵/۸۷
				انحراف معیار	۳/۰۰	۱۶۲/۵۴	۱۸۷۳/۱۷	/۷۱ ۱۲	۱۶۰/۸۷	۸۴/۷۶
اقلیم معتدل	اواسط اردیبهشت تا اواخر خرداد	اواخر مهر تا اواسط آذر	کرمانشاه، فارس، کرمان، خراسان، لرستان، کهکیلویه و بویر احمد، قزوین، هرمزگان، مازندران	کمترین	/۰۴ ۱۲	۳۶/۱۶	۷۴۵/۹۵	۲/۱۰	۷/۶۹	۴/۴۹
				میانگین	/۵۰ ۱۸	۳۷۶/۲۶	۶۱۲۷/۵۵	/۱۵ ۴۲	۳۰۷/۹۰	۱۸۵/۴۷
				بیشترین	/۶۵ ۲۷	۱۰۵۱/۵	۲۹۷۸۰/۲۲	/۳۴ ۸۵۳	۹۱۵/۱۳	۸۶۵/۸۲
				انحراف معیار	۳/۸۰	۲۲۱/۰۱	۳۰۱۴/۰۹	/۴۹ ۶۷	۳۰۷/۹۰	۱۸۵/۴۷
اقلیم سرد	اواسط فروردین تا اواخر اردیبهشت	اواسط شهریور تا اواسط آبان	آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، کردستان، همدان، اردبیل، گلستان	کمترین	۸/۸۲	۱۶۱/۶۶	۹۴۷/۷۸	۷/۴۹	۲/۲۴	۵/۱۷
				میانگین	/۸۶ ۱۳	۳۶۹/۹۱	۵۶۰۹/۵۵	/۱۲ ۲۸	۲۰۲/۸۸	۱۴۹/۸۵
				بیشترین	/۵۷ ۱۹	۱۰۴۷/۲	۹۶۰۳۸/۹۷	/۰۴ ۸۰	۷۲۷/۵۱	۷۰۷/۱۳
				انحراف معیار	۲/۲۶	۱۳۰/۹۰	۱۷۷۷۱/۴۶	/۴۷ ۱۳	۱۲۶/۸۴	۹۵/۵۳

منبع: تنظیم‌شده توسط نگارنده با استفاده از اطلاعات دفتر زراعت وزارت جهاد کشاورزی

جدول(۲)- برآورد مدل‌های فضایی پانلی برای محصول ذرت دانه‌ای در اقلیم گرم طی دوره ۹۱-۱۳۷۰

متغیر	SDM		SAR		SEM		SAC	GSPRE
	اثرات تصادفی	اثرات ثابت	اثرات تصادفی	اثرات ثابت	اثرات تصادفی	اثرات ثابت	اثرات ثابت	اثرات تصادفی
عرض از مبدا	۷۳۲۸/۵۹*** (۴/۲۰)		۷۶۵۵/۹۳*** (۴/۴۱)		۸۵۰۹/۵۲*** (۴/۳۲)			۷۲۲۷/۴۴*** (۳/۶۱)
بذر	-۱۸/۶۷** (۸/۴۳)	-۱۶/۶۶** (-۲/۰۶)	-۱۶/۷۳* (-۱/۹۳)	-۱۳/۹۷* (-۱/۶۴)	-۱۴/۲۵* (-۱/۶۵)	-۱۳/۲۰ (-۱/۵۵)	-۱۱/۹۴* (-۱/۶۰)	-۱۵/۷۸* (-۱/۸۰)
کود اوره	۳/۵۹*** (۰/۷۹۱)	۲/۷۶*** (۳/۵۵)	۳/۶۳*** (۴/۷۷)	۲/۹۶*** (۳/۷۶)	۳/۶۳*** (۴/۵۹)	۳/۰۳*** (۳/۷۹)	۲/۷۲*** (۳/۶۵)	۳/۶۴*** (۴/۶۹)
میانگین دمای ماه خرداد	-۲۸۱/۷۵*** (-۳/۲۴)	-۳۱۳/۷۸*** (-۳/۱۳)	-۲۷۸/۷۹*** (-۳/۳۷)	-۲۳۴/۷۳** (-۲/۴۵)	-۲۸۶/۷۵*** (-۳/۱۷)	-۲۷۷/۷۴*** (-۲/۷۰)	-۳۲۰/۹۳*** (-۳/۳۹)	-۲۷۳/۶۳*** (-۳/۱۳)
میانگین دمای ماه مهر	۲۵۸/۳۹*** (۲/۹۷)	۲۴۹/۵۳** (۲/۲۹)	۲۴۲/۸۳*** (۳/۲۹)	۲۷۸/۲۳*** (۲/۹۹)	۲۵۰/۴۹*** (۳/۰۳)	۳۰۲/۷۷*** (۳/۰۹)	۳۰۰/۱۹*** (۲/۹۶)	۲۷۰/۶۸*** (۳/۳۳)
بارندگی ماه شهریور	۱۲۶/۳۹** (۲/۳۰)	۱۲۴/۷۰** (۲/۳۴)	۵۹/۵۲ (۱/۲۴)	۶۱/۰۹ (۱/۲۹)	۷۷/۴۱ (۱/۴۹)	۷۷/۷۴ (۱/۵۲)	۱۰۵/۶۲** (۲/۱۶)	۷۵/۱۲ (۱/۴۶)
بارندگی ماه آبان	-۸/۲۳** (-۱/۹۸)	-۹/۳۴** (-۲/۳۳)	-۳/۴۴ (-۱/۹۳)	-۳/۵۴ (-۱/۱۲)	-۵/۳۷* (-۱/۶۰)	-۴/۳۹ (-۱/۳۰)	-۶/۲۰* (-۱/۸۱)	-۴/۰۹ (-۱/۸۰)
بذر *W	-۱۶/۶۲** (-۲/۲۹)	-۱۴/۷۶** (-۲/۰۷)						
کود اوره*W	۰/۴۰۱ (۰/۹۳)	۰/۱۷۷ (۰/۳۹)						
میانگین دمای ماه خرداد*W	۶۱/۱۸* (۱/۷۲)	۱۷۱/۰۸*** (۳/۰۸)						
میانگین دمای ماه مهر *W	-۶۴/۸۴ (-۱/۳۶)	-۴۷/۸۴ (-۰/۹۳)						
بارندگی ماه شهریور*W	-۱۰۲/۱۹*** (-۲/۹۷)	-۹۳/۱۰*** (-۲/۸۰)						
بارندگی ماه آبان *W	۶/۲۹** (۲/۴۰)	۶/۸۸*** (۲/۷۰)						
ρ	۰/۰۴۲۳* (۱/۶۲)	۰/۰۴۱۵ (۱/۶۰)	۰/۰۵۱۲*** (۲/۸۵)	۰/۰۴۳۹* (۱/۶۸)			۰/۱۷۱۳*** (-۳/۹۰)	
λ					۰/۰۵۷۷** (۲/۰۴)	۰/۰۵۳۶* (۱/۸۷)	-۰/۱۸۶۵*** (۶/۸۰)	۰/۰۵۲۵* (۱/۸۵)

ϕ					۰/۲۲۶۴** (۲/۵۱)
LnL	-۱۹۲۱/۴۱ -۱۹۰۵/۲۵	-۱۹۳۰/۲۹ -۱۹۱۹/۱۴	-۱۹۳۱/۸۵ -۱۹۱۸/۸۴	-۱۹۱۵/۷۳	-۱۹۳۱/۱۲

منبع: یافته‌های تحقیق

اعداد داخل پرانتز آماره t را نشان می دهند.

جدول(۳)- نتایج آزمون‌های انتخاب مدل برای محصول ذرت دانه‌ای در اقلیم گرم

	فرضیه H_0 (مدل مقید)	فرضیه H_1 (مدل نامقید)	مقدار آماره آزمون (P-value)	نتیجه آزمون
آزمون هاسمن جهت انتخاب دو الگوی اثرات تصادفی و اثرات ثابت	SDM تصادفی	SDM ثابت	H= ۴/۱۴ (۱/۰۰۰)	SDM تصادفی
	SAR تصادفی	SAR ثابت	H= ۶۲/۵۹ (۰/۰۰۰)	SAR ثابت
	SEM تصادفی	SEM ثابت	H= ۱۲/۸۲ (۰/۰۷۵)	SEM ثابت
آزمون LR جهت انجام مدل‌های متداخل	SAR ثابت	SDM ثابت	LR= ۲۷/۷۸ (۰/۰۰۰)	SDM ثابت
	SEM ثابت	SAC ثابت	LR= ۶/۲۲ (۰/۰۰۰)	SAC ثابت
	SAR ثابت	SAC ثابت	LR= ۶/۸۲ (۰/۰۰۰)	SAC ثابت
	SEM تصادفی	GSPRE تصادفی	LR= ۱/۴۶ (۰/۹۹۱)	SEM تصادفی

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول(۴)- برآورد مدل‌های فضایی پانلی برای محصول ذرت دانه‌ای در اقلیم معتدل طی دوره ۱۳۷۰-۹۱

متغیر	SDM		SAR		SEM		SAC	GSPRE
	اثرات تصادفی	اثرات ثابت	اثرات تصادفی	اثرات ثابت	اثرات تصادفی	اثرات ثابت	اثرات ثابت	اثرات تصادفی
عرض از مبدا	۱۸۳۴/۶۵ (۰/۶۹)		۳۳۶۸/۵۳ (۱/۱۱)		۲۶۶۰/۲۵ (۰/۸۹)			۲۶۵۴/۹۹ (۰/۸۳)
بذر	۴/۶۸*** (۲/۶۹)	۴/۳۴** (۲/۳۲)	۷/۰۴*** (۴/۴۴)	۴/۹۵*** (۳/۰۳)	۶/۷۳*** (۴/۵۲)	۴/۸۴*** (۳/۰۶)	۴/۸۸*** (۲/۹۸)	۶/۳۶*** (۴/۰۳)
میانگین دمای ماه خرداد	-۴/۵۲* (-۱/۷۳)	-۳/۹۷ (-۱/۴۶)	-۷/۳۱*** (-۲/۹۸)	-۵/۱۶** (-۲/۱۰)	-۷/۰۸*** (-۲/۹۶)	-۵/۰۶** (-۲/۱۱)	-۵/۱۱*** (-۲/۰۹)	-۷/۰۱*** (-۲/۹۰)
میانگین دمای ماه مرداد	۱۵۱/۹۵ (۱/۲۲)	۳۹۶/۶۹** (۲/۱۴)	۱۰۴/۳۰ (۰/۷۴)	۴۰۹/۲۶** (۲/۴۳)	۱۲۹/۵۷ (۰/۹۶)	۴۰۲/۶۳** (۲/۴۳)	۴۰۴/۷۹** (۲/۴۲)	۱۰۹/۱۵ (۰/۸۰)
میانگین دمای ماه آبان	-۵۰/۳۷ (-۰/۴۷)	۵۷۴/۲۰*** (۲/۷۶)	-۳۹/۷۸ (-۰/۳۶)	۴۲۹/۷۶*** (۲/۶۹)	-۵۱/۲۲ (-۰/۴۶)	۴۱۴/۰۵*** (۲/۶۵)	۴۱۹/۱۰** (۲/۵۶)	-۱۸/۸۹ (-۰/۱۶)
بارندگی ماه مرداد	-۳/۴۳ (-۰/۴۹)	۱۳/۴۱ (۱/۱۱)	-۵/۹۶ (-۰/۶۹)	۱۶/۸۰ (۱/۴۱)	-۴/۲۸ (-۰/۴۹)	۱۷/۰۱ (۱/۴۳)	۱۶/۹۹ (۱/۴۲)	۰/۸۷۹ (۰/۰۸)
بذر*W	۰/۷۷۰ (۰/۶۸)	۰/۹۰۸ (۰/۷۵)						
میانگین دمای ماه خرداد*W	-۲/۷۶ (-۱/۳۷)	-۲/۱۶ (-۱/۰۶)						

میانگین دمای ماه مرداد*W	-۳۸/۱۸ (-۰/۴۳)	-۵/۱۲ (-۰/۰۳)					
میانگین دمای ماه آبان*W	۷۸/۷۳ (۰/۷۰)	-۱۷۹/۰۵ (-۰/۹۹)					
بارندگی ماه مرداد*W	۲۰/۹۶*** (۲/۹۷)	۱۶/۳۲ (۱/۳۵)					
ρ	-۰/۰۲۷۳ (-۰/۶۴)	۰/۰۲۹۸ (-۰/۷۰)	-۰/۰۲۴۱ (-۰/۷۱)	-۰/۰۲۶۴ (-۰/۶۳)		-۰/۰۰۹۰ (-۰/۱۱)	
λ					-۰/۰۲۲۱ (-۰/۵۰)	-۰/۰۲۰۵ (-۰/۲۴)	-۰/۰۲۳۳ (-۰/۵۳)
ϕ							-۰/۳۷۶# (-۱/۶۰)
LnL	-۱۸۴۶/۸۴	-۱۸۳۵/۷۱	-۱۸۵۲/۷۴	-۱۸۳۷/۴۰	-۱۸۵۲/۸۶	-۱۸۳۷/۳۸	-۱۸۳۷/۳۷	-۱۸۵۲/۲۷

منبع: یافته‌های تحقیق اعداد داخل پرانتز آماره t را نشان می‌دهند.

جدول(۵)- نتایج آزمون‌های انتخاب مدل برای محصول ذرت دانه‌ای در اقلیم معتدل

	فرضیه H_0 (مدل مقید)	فرضیه H_1 (مدل نامقید)	مقدار آماره آزمون (P-value)	نتیجه آزمون
آزمون هاسمن جهت انتخاب دو الگوی اثرات تصادفی و اثرات ثابت	SDM تصادفی	SDM ثابت	H= ۳۱/۵۳ (۰/۰۰۷)	SDM ثابت
	SAR تصادفی	SAR ثابت	H= ۱۲۰/۹۷ (۰/۰۰۰)	SAR ثابت
	SEM تصادفی	SEM ثابت	H= ۴۱/۸۰ (۰/۰۰۰)	SEM ثابت
آزمون LR جهت انجام مدل‌های متداخل	SAR ثابت	SDM ثابت	LR= ۳/۳۸ (۰/۰۰۰)	SAR ثابت
	SEM ثابت	SAC ثابت	LR= ۰/۰۲ (۰/۹۹۹)	SEM ثابت
	SAR ثابت	SAC ثابت	LR= ۰/۰۶ (۰/۹۹۰)	SAR ثابت
	SEM تصادفی	GSPRE تصادفی	LR= ۱/۱۸ (۰/۹۸۱)	SEM تصادفی

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۶) برآورد مدل‌های فضایی پانلی برای محصول ذرت دانه‌ای در اقلیم سرد طی دوره ۹۱-۱۳۷۰

متغیر	SDM		SAR		SEM		**SAC**	GSPRE
	اثرات تصادفی	اثرات ثابت	اثرات تصادفی	اثرات ثابت	اثرات تصادفی	اثرات ثابت	**اثرات ثابت**	اثرات تصادفی
عرض از مبدا	۶۵۱۱/۱۷**		۵۴۸۰/۴۳**		۹۰۳۵/۸۰***			۸۷۷۹/۵۸**
	(۲/۲۹)		(۲/۰۰)		(۲/۹۲)			(۲/۹۵)
بذر	-۰/۶۳***	-۰/۶۶***	-۰/۶۱**	-۰/۶۴***	-۰/۵۷***	-۰/۶۰***	**-۰/۴۶***	-۰/۵۸***
	(-۳/۰۴)	(-۳/۴۳)	(-۲/۹۲)	(-۳/۱۳)	(-۲/۹۰)	(-۳/۱۵)	**(-۲/۸۷)**	(-۲/۹۳)
میانگین دمای ماه خرداد	۳۹۶/۶۲**	۲۹۱/۱۶*	۳۹۳/۴۵**	۳۹۶/۱۴***	۳۷۱/۲۰**	۳۸۰/۸۲**	**۲۹۳/۵۷****	۳۷۷/۰۳**
	(۲/۲۷)	(۱/۷۸)	(۲/۵۰)	(۲/۶۱)	(۲/۲۱)	(۲/۳۲)	**(۲/۰۴)**	(۲/۲۴)
میانگین دمای ماه مرداد	-۲۰۳/۴۶	-۴۱۷/۰۸***	-۳۱۵/۵۷**	-۳۶۳/۴۷**	-۳۵۴/۰۸**	-۴۰۵/۴۰**	**-۳۹۵/۰۹*****	-۳۶۰/۲۴**
	(-۱/۲۵)	(-۲/۵۹)	(-۲/۰۱)	(-۲/۳۸)	(-۲/۲۱)	(-۲/۵۵)	**(-۲/۹۴)**	(-۲/۲۷)
میانگین دمای ماه آبان	-۳۷۶/۴۷***	-۴۳۵/۷۳***	-۱۷۰/۳۴*	-۲۲۳/۶۳**	-۲۶۵/۴۷**	-۳۵۱/۱۵***	**-۳۸۹/۱۸*****	-۲۴۶/۶۰***
	(-۲/۶۹)	(-۳/۲۸)	(-۱/۶۵)	(-۲/۲۲)	(-۲/۲۰)	(-۲/۸۰)	**(-۳/۴۱)**	(-۲/۰۰)
بارندگی ماه مرداد	-۲۸/۷۹***	-۲۶/۸۷***	-۲۴/۴۳***	-۲۸/۲۳***	-۲۷/۶۸***	-۳۱/۱۷***	**-۲۸/۲۳*****	-۲۷/۱۱***
	(-۳/۳۹)	(-۳/۴۰)	(-۲/۸۳)	(-۳/۳۹)	(-۳/۳۸)	(-۳/۸۹)	**(-۴/۲۱)**	(-۳/۳۰)
بذر*W	-۰/۱۹	-۰/۰۰۳						
	(-۰/۸۶)	(۰/۰۲)						

میانگین دمای ماه خرداد*W	-۱۱/۴۹ (-۰/۰۸)	۳۲/۲۳ (۰/۲۳)				
میانگین دمای ماه مرداد*W	-۱۲۴/۵۰ (-۱/۰۲)	۲۱۳/۹۸* (۱/۶۳)				
میانگین دمای ماه آبان*W	۲۱۹/۵۲** (۲/۲۳)	۲۶۱/۳۰*** (۲/۸۴)				
بارندگی ماه مرداد*W	۱۶/۶۸ (۱/۴۲)	۱۸/۳۲* (۱/۶۸)				
ρ	۰/۱۶۷۸*** (۳/۴۰)	۰/۱۸۲۱*** (۳/۹۱)	۰/۱۵۴۹*** (۳/۲۴)	۰/۱۹۳۱*** (۴/۳۲)		**-۰/۲۴۸۰***** **(-۳/۸۲)**
λ				۰/۲۱۹۱*** (۴/۵۹)	۰/۲۳۵۳*** (۵/۱۳)	**-۰/۳۹۹۲***** **(۱۰/۱۲)**	۰/۲۱۶۰*** (۴/۵۰)
ϕ							-۰/۲۰۹۶ (-۰/۷۰)
LnL	-۱۱۷۶/۸۸	-۱۱۶۰/۲۰	-۱۱۸۱/۶۲	-۱۱۶۹/۶۷	-۱۱۶۷/۷۰	**-۱۱۶۴/۱۶**	-۱۱۷۷/۸۸

منبع: یافته‌های تحقیق اعداد داخل پرانتز آماره t را نشان می‌دهند.

جدول(۷)- نتایج آزمون‌های انتخاب مدل برای محصول ذرت دانه‌ای در اقلیم سرد

	فرضیه H_0 (مدل مقید)	فرضیه H_1 (مدل نامقید)	مقدار آماره آزمون (P-value)	نتیجه آزمون
آزمون هاسمن جهت انتخاب دو الگوی اثرات تصادفی و اثرات ثابت	SDM تصادفی	SDM ثابت	H= ۴۴/۳۸ (۰/۰۰۰)	SDM ثابت
	SAR تصادفی	SAR ثابت	H= -۱۶۳/۱۴ ( )	به دلیل منفی شدن آماره H نتیجه آزمون قابل قبول نیست.
	SEM تصادفی	SEM ثابت	H= ۰/۹۰۰ (۰/۸۲۴)	SEM تصادفی
آزمون LR جهت انجام مدل‌های متداخل	SAR ثابت	SDM ثابت	LR= ۱۸/۹۴ (۰/۰۰۰)	SDM ثابت
	SEM ثابت	SAC ثابت	LR= ۷/۰۸ (۰/۹۹۹)	SAC ثابت
	SAR ثابت	SAC ثابت	LR= ۱۱/۰۲ (۰/۹۹۰)	SAC ثابت
	SEM تصادفی	GSPRE تصادفی	LR= ۰/۳۸ (۰/۹۸۱)	SEM تصادفی

منبع: یافته‌های تحقیق