نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۲۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۲۹۹-۲۸۸

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 27, No. 4, Winter 2014, p. 288-299

بررسی ریسک سیستماتیک عملکرد و عوامل موثر بر شدت آن در محصول سیب در ایران: کاربرد الگوهای اتورگرسیو فضایی

حبیب اله سلامی[۱*]- مهدی نعمتی[۲]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۴/۳
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۱۱/۲۷

چکیده

وجود ریسک سیستماتیک عملکرد در بخش کشاورزی یکی ازدلایل اصلی بروز خسارت های سنگین در بخش کشاورزی و یکی از موانع توسعه نظام بیمه در کشور است. تحقیق حاضر با هدف بررسی وجود ریسک سیستماتیک و دامنه وشدت آن در محصول سیب در ایران صورت گرفته است. در این راستا ابتدا مناطق تولیدی این محصول با روش پهنه‌بندی مبتنی بر رژیم‌های دمایی پهنه‌بندی شده اند. در مرحله دوم، با استفاده از الگوهای رگرسیونی فضایی مرتبه اول در هر یک از پهنه‌های ایجاد شده وجود ریسک سیستماتیک و شدت آن بررسی و در آخر، با استفاده از الگوهای رگرسیونی فضایی تکمیلی تاثیر متغیرهای اقلیمی بر روی عملکرد سیب اندازه‌گیری شده است. نتایج حاکی از آن است که مناطق تولید محصول سیب در کشور، قابل تفکیک به دو منطقه ‘‘کوهستانی’’ و ‘‘پست و کوهپایه‌ای’’ می باشد. در مناطق تولیدی کوهستانی وقوع سرمای شدید و در مناطق پست و کوهپایه‌ای وقوع خشکسالی سبب بروز ریسک سیستماتیک می شود. نتایج الگوهای فضایی تکمیلی نشان می‌دهد که خشکسالی با وقفه یکساله، بروز سرما در فروردین ماه، میانگین دمای ماه تیر و مرداد، میزان بارش کل و ضریب تغییرات بارش در سال از جمله متغیرهای اقلیمی مهم و موثر بر عملکرد سیب در ایران می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: ریسک سیستماتیک، الگوهای اتورگرسیو فضایی، متغیرهای اقلیمی، محصول سیب، ایران

مقدمه

زیر بخش باغبانی در ایران یکی از مهمترین زیربخش‌های کشاورزی است. بر اساس گزارش سازمان خوار و بار جهانی (۲) ارزش تولیدات این زیربخش در سال ۲۰۰۹ میلادی (۱۳۸۸ شمسی)، برابر با ۴۵ هزار میلیارد ریال و معادل ۲۲ درصد از ارزش تولیدات بخش کشاورزی بوده است. میانگین ارزش تولیدات این زیربخش در طی دوره زمانی ۸۸-۱۳۷۶، ۲۴ درصد از ارزش تولیدات بخش کشاورزی است. محصول سیب یکی از محصولات اصلی زیر بخش باغبانی می‌باشد، بطوریکه سطح زیر کشت سیب در سال ۱۳۸۹ برابر با ۲۴۶ هزار هکتار بوده که این میزان برابر با ۹ درصد از کل سطح زیر کشت محصولات باغی کشور می باشد. میزان تولید این محصول در سال ۱۳۸۹ برابر با ۳ میلیون تن بوده که این میزان برابر با ۱۸ درصد از کل میزان تولیدات محصولات باغی است. این محصول در بین محصولات باغی از نظر سطح زیر کشت در رتبه سوم و از نظر میزان تولید در رتبه اول قرار دارد (۴).

محصولات باغی همواره در معرض خطرات مختلفی از جمله سرما و یخبندان، خشکسالی و تگرگ می‌باشند. برای مثال میزان سطح زیرکشت باغات خسارت دیده در سال زراعی ۷۷-۱۳۷۶ برابر با ۷۶ هزار هکتار و میزان خسارت پرداختی به این بخش برابر با ۸۱۰ میلیون ریال بوده است. این ارقام در سال ۸۹-۱۳۸۸ به ۱۰۶ هزار هکتار و میزان خسارت پرداختی به ۵۶۶۹۰۵ میلیون ریال افزایش یافته است. بر اساس گزارش صندوق بیمه، بصورت میانگین طی سالهای ۸۹-۱۳۸۴، ۸۲ درصد از خسارت وارده به باغات کشورناشی از عوامل اقلیمی یاد شده بوده است[۳]. سطح خسارت وارده به محصول سیب نیز در طی سالهای مختلف نیز رقم قابل توجهی است. به عنوان مثال سطح خسارت دیده محصول سیب طی سالهای ۸۹-۱۳۸۴ به صورت میانگین برابر با ۳۰ هزار هکتار بوده است که این میزان برابر با ۱۰ درصد کل سطح خسارت دیده محصولات باغی در طی این

۱ و ۲- به ترتیب استاد و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: hsalami@ut.ac.ir)

۳- ارقام از گزارشات منتشر نشده صندوق بیمه کشاورزی می‌باشد.

سالها می باشد. از بین عوامل مختلف خسارت، سرمازدگی مهمترین عامل بروز خسارت برای محصول سیب می باشد به طوری که در طی سالهای ۸۹-۱۳۸۴، ۷۰ درصد از کل خسارت وارده ناشی از سرما و یخبندان بوده است[1]. بنابراین، بررسی چگونگی بروز خسارت در این محصول بسیار با اهمیت می باشد.

همانطور که عنوان شد، بیشتر خسارات وارده به محصول سیب در کشور ناشی از اتفاقات نامناسب جوی می‌باشد. از طرفی تغییرات آب و هوایی در مناطق مختلف اغلب با هم مرتبط هستند و وقوع این حوادث به یکباره بخش قابل توجهی از مناطق کشور را تحت تاثیر قرار می‌دهند. به عبارت دیگر، اینگونه تغییرات آب و هوایی موجب بروز ریسک سیستماتیک عملکرد در تولیدات باغی و از جمله سیب می‌شوند. در واقع وجود همین ریسکهای سیستماتیک است که اینگونه وسیع و گسترده به بخش باغبانی خسارت وارد می‌کند و تولیدات را در مناطق همبسته از نظر آب‌وهوایی بطور همزمان کاهش می‌دهد. البته اتفاقات آب و هوایی نامساعد در یک سال مشخص در مناطق مختلف دارای اثرات متفاوتی می‌باشند. بخشی از مناطق بطور شدید و وسیعی درگیر می‌شوند و بخشی کمتر متاثر می‌شوند و مناطقی اساسا درگیر نمی‌شوند. مناطقی که به طور همزمان از یک عامل اقلیمی متاثر می‌شوند مناطق همبسته فضایی نام دارند که در آنها عملکرد محصولات تحت تاثیر همین تغییرات قرار می‌گیرد.

مفهوم همبستگی فضائی در بیمه محصولات زراعی و باغی دارای اهمیت فراوانی می‌باشد. یکی از پیش‌شرط های قابلیت بیمه شدن محصولات این است که ارتباطی بین ریسک واحدهای بیمه شده وجود نداشته باشد و یا اینکه کوواریانس عملکرد بین این واحدها پایین باشد. این فرض در مورد الگوهای آب و هوایی که به صورت فضائی به هم دیگر وابسته هستند و در نتیجه ریسکهای سیستماتیک تولید را ایجاد می‌کنند صادق نمی‌باشد. اما سیستماتیک بودن ریسک در محدوده فضایی تعریف می‌شود به این معنی که دامنه ریسک به یک فاصله مکانی محدود می‌شود. برای مثال، کاهش دما برای یک منطقه کوچک ممکن است با هم تغییر کند لیکن این موضوع در یک منطقه بزرگ صادق نیست. بنابراین، در حالی که ریسک کاهش دما برای یک منطقه کوچک یک ریسک سیستماتیک محسوب می‌شود، برای یک منطقه بزرگ ریسک سیستماتیک بحساب نمی‌آید. این نوع ریسک در بخش کشاورزی که تحت تاثیر شرایط اقلیمی قرار دارد رایج می‌باشد. در عین حال شدت ریسک سیستماتیک به موقعیت مکانی مناطق تولید و فاصله آنها از یکدیگر بستگی دارد. بر همین اساس مهم است که محدوده‌ای که در آن ریسک سیستماتیک برای یک محصول خاص معنی پیدا می‌کند شناسایی و تعیین گردد.

محققین بسیاری به موضوع وجود ریسک سیستماتیک در بخش کشاورزی و مشخص کردن محدوده این ریسک برای محصولات مختلف پرداخته‌اند. برای مثال یانگ و زانگ (۱۸) با استفاده از روش آمار فضایی نشان داده‌اند که عملکرد گندم، سویا و ذرت در مناطق مختلف ایالات متحده آمریکا اگر که میزان فاصله بین مناطق بیش از ۵۷۰ مایل نگردد به صورت فضایی وابسته هستند. گودوین (۱۰) نتایج مشابه‌ای را ارائه داده و به این نتیجه رسیده است که دامنه ریسک سیستماتیک در سالهایی که از نظر میزان بارش غیر عادی هستند گسترده‌تر از سالهای عادی می‌باشند. مطالعات وودارد و گاریسا (۱۹)، اودینگ و همکاران (۱۴)، گودوین (۱۰) و وانگ و زانگ (۱۸) در دو مرحله برای کمی کردن ارتباط اتفاقات آب و هوایی بین مناطق مختلف به اندازه‌گیری ریسک سیستماتیک عملکرد محصولات زراعی در ایالات متحده آمریکا پرداخته‌اند. در مرحله اول ضریب همبستگی خطی بین متغیرها و یا شاخص‌های آب و هوایی در مناطق (ایستگاههای هواشناسی) مختلف را اندازه گیری کرده‌اند و در مرحله بعدی این ضرایب همبستگی به عنوان تابعی از فاصله بین ایستگاه‌های هواشناسی در نظر گرفته‌اند. در نهایت به این نتیجه رسیده‌اند که ریسک سیستماتیک بین مناطق مختلف در خصوص محصولات زراعی برقرار می‌باشد. ویدنو (۱۷) با استفاده از روش کوپولا[2] ارتباط بین عملکرد محصولات زراعی مزارع آمریکا را بررسی کرده است. خو و همکاران (۲۰) نیز از این روش برای بررسی ارتباط اتفاقات نامناسب آب و هوایی و میزان ریسک عملکرد محصولات کشاورزی در آلمان استفاده کرده‌اند.

گروه دیگری از مطالعات به بررسی اثر متغیرهای اقلیمی مانند بارش، خشکسالی و سرما بر عملکرد محصولات باغی پرداخته اند. پاپادیمیتریو (۱۵) در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که دمای بالا در دوران گلدهی میوه‌ها دلیل افتادن زودهنگام میوه و عملکرد پایین گیاه می‌باشد. دنیز (۹) بیان می‌کند که نوسانات عملکرد محصولات باغی از سالی به سال دیگر بستگی به شرایط آب و هوایی در فصل بهار دارد. او بیان می‌کند که باد و دمای پایین بر روی فعالیت زنبورهای عسل تاثیر می‌گذارد و این خود موجب کاهش گرده‌افشانی و در نهایت کاهش تولید می‌شود. ریو و همکاران (۱۵) با بررسی آزمایشگاهی به این نتیجه رسیدند که در مناطق گرم بدون خشکسالی های شدید فقدان آب در زمان رسیدن محصول بر کیفیت محصول و در نتیجه بر عملکرد در هکتار آن تاثیر منفی می‌گذارد. بیتی و فیلی (۷) با استفاده از تحلیل رگرسیون‌های چند متغیره نشان دادند که دما در دوران گل‌دهی بر میزان عملکرد سیب تاثیر مثبت دارد. بیتی و فولی (۸)، جکسون و هامر (۱۱)، جکسون و همکاران (۱۲) رابطه منفی بین میزان عملکرد در هکتار سیب و دمای بالای قبل از گل-دهی را در تحقیقات جداگانه‌ای به اثبات رسانده‌اند. خسروی و

۱- ارقام از گزارشات منتشر نشده صندوق بیمه کشاورزی می‌باشد.

2- Copulas method

همکاران (۱) با پهنه‌بندی اثر خطر سرمای دیررس بر روی باغات شهرستان مه‌ولات، تاریخ‌های وقوع سرمازدگی در این باغات را مشخص کردند و با استفاده از نقشه‌های تهیه شده به وسیله نرم افزار GIS این باغات را از نظر خطر وقوع سرمازدگی پهنه‌بندی کردند.

در یک جمعبندی از مطالعات انجام شده در زمینه اثر متغیرهای اقلیمی بر عملکرد محصولات مختلف می‌توان این نتیجه را گرفت که بیشتر این متغیرها از جنس دما و یا بارش و شامل میزان کل بارش، توزیع بارش، بارش در زمان مشخص که محصول در مرحله حساسی از رشد می‌باشد. از طرفی دما مخصوصاً دمای فصل بهار یکی از متغیرهای بسیار تاثیرگذار بر عملکرد در هکتار محصولات باغی است. همین متغیرها در مطالعه حاضر نیز مورد توجه و ارزیابی قرار گرفته است.

مطالعه حاضر به بررسی وجود ریسک سیستماتیک عملکرد در محصول سیب و دامنه و شدت آن می پردازد. همچنین در این پژوهش اثر متغیرهای اقلیمی بر شدت ریسک سیستماتیک اندازه گیری می شود و مناطق هم خطر برای محصول سیب از نظر متاثر شدن از ریسک سیستماتیک تعیین و عامل اصلی ایجاد کننده ریسک سیستماتیک در مناطق مختلف کشور مشخص می‌گردد.

مواد و روش‌ها

با توجه به ماهیت تغییرات فاکتورهای آب‌وهوایی انتظار می‌رود تولید محصولات باغی در مناطق مشابه از نظر آب‌وهوایی به صورت کم و بیش مشابهی تحت تاثیر این تغییرات قرار گیرند و در نتیجه تغییر در میزان تولید در اینگونه مناطق همبسته و هم جهت باشند. به عبارت دیگر انتظار می رود ریسک عملکرد به صورت سیستماتیک با تغییر در یکی از فاکتورهای اقلیمی شروع و منطقه قابل ملاحظه ای را فراگیرد. براین اساس، شناسایی مناطقی که بطور همزمان تحت تاثیر این تغییرات آب و هوایی قرار می گیرند و به اصطلاح دامنه ریسک سیستماتیک را تشکیل می هند محور اصلی تعیین ریسک سیستماتیک عملکرد است.

برای شناسایی دامنه ریسک سیستماتیک، معمولا مناطق تولیدی یک محصول در واحد روستا، شهرستان، و یا استان تعریف می شود و همبستگی بین تولید این محصول در چنین بستر جغرافیایی بررسی می شود. از آنجا که بستر جغرافیایی لزوما منعکس کننده اقلیم یکسان نیست، تعریف مناطق تولیدی در بسترهای آب و هوایی همگن مناسب تر است و تعیین همسایه‌های هر منطقه تولیدی (شهرستان) بر اساس همبستگی بین عملکرد محصول در آنها رویکردی مناسب تر می باشد. بویژه اینکه، مهمترین ریسک محصول سیب سرمازدگی است و به عبارت دیگر دما مهمترین عامل وقوع ریسک عملکرد برای این محصول می باشد. غیور و منتظری (۳) نیز همین رویکرد را مناسب برای پهنه بندی اقلیمی کشور دانسته اند و با استفاده از آن کشور را سه پهنه کوهستانی، پست و گرمسیری تقسیم نموده اند.

پس از تعیین مناطق همگن از نظر آب‌وهوایی، به الگوهایی نیاز است که بتواند وجود و یا عدم وجود ارتباط بین عملکرد محصول را در مناطق مختلف مشخص و شدت این ارتباط را اندازه‌گیری نماید. بعلاوه قادر باشد میزان اثرگذاری متغیرهای اقلیمی را بر عملکرد محصول تعیین نماید. الگوهای خودرگرسیونی فضایی دارای چنین خصوصیتی می باشند و به خوبی قادرند دامنه و شدت ریسک سیستماتیک بین مناطق تولید هر محصول در داخل یک بستر اقلیمی را اندازه‌گیری نمایند و اثر متغیرهای اقلیمی بر روی عملکرد محصول را مشخص نمایند. در الگوهای خودرگرسیونی فضایی ارتباط بین عملکرد محصول در هر منطقه را با عملکرد محصول در مناطق همسایه را اندازه گیری و نشان می‌دهد.

به طور کلی، الگوها خودرگرسیون فضایی شامل الگو مرتبه اول خود رگرسیونی فضایی[1](FAR)، الگوی عمومی خودرگرسیون فضایی[2](SAC)، الگو فضایی خودرگرسیون توأم[3](SAR)، الگوی خود رگرسیونی با خود همبستگی فضایی در جمله اخلال[4] (SEM) و الگوی فضایی دوربین[5](SDM) می‌باشند (۱۳).

کامل‌ترین الگوی خودرگرسیونی فضایی، الگوی عمومی خودرگرسیونی فضایی می‌باشد که سایر الگوها به نوعی در این الگو قرار می‌گیرند بطوری که با وارد کردن محدودیت‌هایی بر روی پارامترهای این الگو می‌توان سایر الگوهای خودرگرسیونی فضایی را بدست آورد (۵ و ۱۳). شکل کلی این الگو توسط رابطه ۱ نشان داده می‌شود.

$$y = \rho w_1 y + \beta x + \mu$$
$$\mu = \lambda w_2 \mu + \varepsilon \qquad (۱)$$
$$\varepsilon \approx N(0, \sigma^2 In)$$

در این الگو y برداری از متغیر وابسته (عملکرد محصول در شهرستانهای تولید کننده)، x نمایانگر متغیرهای توضیحی شامل متغیرهای اقلیمی از جمله بارش و درجه حرارت، w_1 و w_2 ماتریس وزنهای فضایی هستند که در ادامه چگونگی شکل گیری آنها توضیح داده می‌شود. این الگو به صورت همزمان وقفه فضایی و همبستگی فضایی جمله خطا را دارا می‌باشد. در رابطه ۱، β نشان دهنده برداری از پارامترها برای متغیرهای اقلیمی است، ρ نشان دهنده ضریب خودهمبستگی بین عملکرد محصول در مناطق همسایه و به اصطلاح

1 -First-order spatial autoregressive model
2- General spatial model
3- Mixed autoregressive-regressive model
4- Spatial autoregressive error model
5- Spatial Durbin model

خودهمبستگی فضایی است. و در نهایت λ ضریب خودهمبستگی فضایی در جملات خطا می‌باشد (۱۳). اگر در رابطه ۱، پارامتر λ برابر با صفر باشد، بدین معنی است که خودهمبستگی فضایی در جملات اخلال وجود نداشته باشد رابطه شماره ۲ بدست می‌آید:

$$y = \beta x + \varepsilon \qquad (۲)$$
$$\varepsilon \approx N(0, \sigma^2 In)$$

اگر در الگوی شماره ۱ پارامتر ρ برابر با صفر قرار داده شود، الگوی خودرگرسیونی با خودهمبستگی در جملات اخلال (SEM)یعنی رابطه ۳ بدست می‌آید. این الگو بیانگر آن است که همبستگی فضایی مستقیم بین عملکرد محصولات مناطق مختلف وجود ندارد، بلکه هبستگی از طریق جملات اخلال در مناطق همسایه صورت می‌گیرد. در این الگو نیز همانند الگوی ۱ تاثیر متغیرهای اقلیمی بر روی عملکرد محصولات در نظر گرفته می‌شود.

$$y = \beta x \qquad (۳)$$
$$\mu = \lambda w \mu + \varepsilon$$
$$\varepsilon \approx N(0, \sigma^2 In)$$

اگر در الگوی شماره ۱ پارامترهای λ و β برابر با صفر قرار داده شود، الگوی مرتبه اول خودرگرسیونی فضایی بدست می‌آید. این الگو بازگوکننده همبستگی عملکرد محصول (y) در یک منطقه با عملکرد همین محصول با مناطق همسایه تولیدکننده محصول می‌باشد. در این الگو ماتریس وزنها بر حسب تعداد همسایگی تعریف می شود. در الگوی FAR، y به صورت انحراف از میانگین در الگو وارد می‌شود و در نتیجه عرض از مبدأ از الگو حذف می‌شود. این الگو توسط رابطه ۴ نشان داده شده است.

$$y = \rho w y \qquad (۴)$$
$$\varepsilon \approx N(0, \sigma^2 In)$$

در الگوی فضایی دوربین (SDM)، وقفه فضایی متغیر وابسته و متغیر مستقل به الگو اضافه می‌گردد. شکل کلی این الگو در رابطه شماره ۵ نشان داده شده است (۵). در این الگو علاوه بر متغیرهای توضیحی، وقفه فضایی متغیرهای توضیحی نیز وارد الگو شده است و پارامتر β_2 نشان دهنده این ارتباط می‌باشد.

$$y = x\beta_1 + wx\beta_2 + \varepsilon \qquad (۵)$$
$$\varepsilon \approx N(0, \sigma^2 In)$$

برای بررسی وجود و یا عدم وجود ریسک سیستماتیک الگوی مرتبه اول فضایی (FAR) برآورد می‌شود. در مرحله دوم برای اندازه-گیری اثر متغیرهای اقلیمی بر روی عملکرد محصولات باغی الگوی رگرسیونی توأم (SAR) برآورد می‌شود. در مرحله سوم الگوی رگرسیون عمومی (SAC) برآورد می‌شود و بین این الگو و الگوی SAR از طریق آزمون معنی‌داری متغیرها، میزان ضریب تعیین و ضریب همبستگی در جملات خطا مقایسه صورت می‌گیرد. در مرحله نهایی با استفاده از نتایج الگوی فضایی با خود همبستگی در جملات خطا (SEM) و آزمون I موران (۱۲) تصمیم گیری در مورد بهترین الگو صورت می‌گیرد. همچنین الگوی فضایی دوربین برای بررسی اثر وقفه‌های فضایی متغیرهای اقلیمی بر روی عملکرد محصولات باغی برآورد می شود.

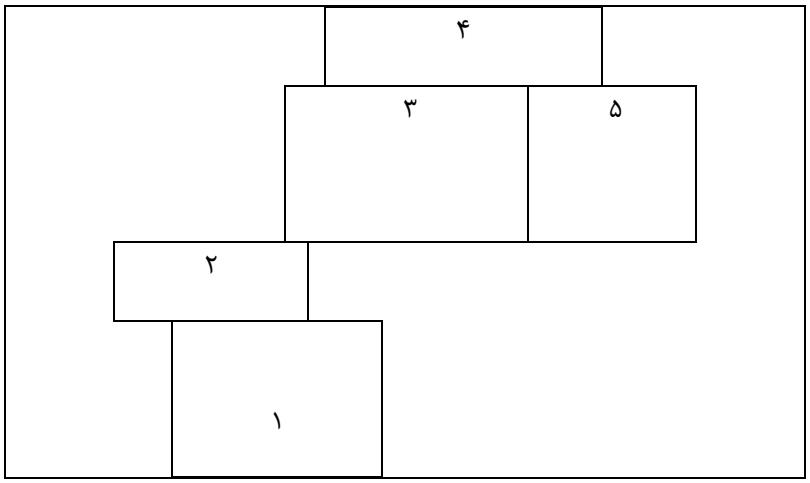
در الگوهای بالا، تعیین همسایگی و در نتیجه مشخص کردن ماتریس همسایگی، *W*، یک ضرورت است. همسایگی بر اساس مجاورت و مسافت تعریف می شود (۵ و ۱۳). در روش اول مناطقی همسایه بحساب می‌آیند که از نظر جغرافیایی مرز مشترک داشته باشند. در روش دوم مرز مشترک ملاک نیست بلکه مسافت بین مناطق تولید (شهرستانها) تعیین کننده همسایگی است. برای نشاندن همسایگی در روش اول فرض کنیم که محصول سیب تنها در ۵ شهرستان کشور که ارتباط مرزی دارند تولید می‌شود. شکل ۱ نشان دهنده نحوه قرار گرفتن این شهرستانها در کنار یکدیگر می‌باشد. همانطور که در این شکل دیده می‌شود همسایه شهرستان ۱ شهرستان ۲ ، همسایه شهرستان ۲ شهرستانهای ۱ و ۳، همسایه شهرستان ۳ شهرستان‌های ۲،۴ و ۵، همسایه شهرستان ۴ شهرستان‌های ۳ و ۵ و در نهایت همسایه شهرستان ۵ شهرستان‌های ۳ و ۴ می‌باشد. این همسایه‌ها در قالب ماتریس همسایگی به صورت ماتریس w نشان داده می‌شود. این ماتریس مرتبه اول همسایگی را نشان می‌دهد. ماتریس همسایگی برای این محصول یک ماتریس ۵×۵ می‌باشد که عناصر قطر اصلی صفر و سایر عناصر در صورتی که دو شهرستان همسایه باشند یک و در غیر این صورت صفر می‌باشد. در این ماتریس برای هر دو شهرستان همسایه عدد یک و برای دو شهرستان غیر همسایه صفر در نظر گرفته می‌شود. این ماتریس یک ماتریس متقارن است.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \qquad (۶)$$

با توجه به تعریف ماتریس همسایگی، الگوی FAR (الگوی ۴)، بصورت باز شده به شکل زیر قابل بیان می‌باشد:

بر اساس رابطه ۷ که در واقع منعکس کننده شکل ۱ است فرض می شود عملکرد منطقه اول با عملکرد منطقه دوم، عملکرد منطقه دوم با عملکرد منطقه‌های اول و سوم، عملکرد منطقه سوم با عملکرد مناطق دوم، چهارم و پنجم، عملکرد منطقه چهارم با عملکرد مناطق سوم و پنجم و در نهایت عملکرد منطقه پنجم با عملکرد مناطق سوم و چهارم همبسته می‌باشد. این فرضیه با برآورد الگو مورد آزمون قرار می گیرد.

$$\rho\begin{bmatrix}0&1&0&0&0\\1&0&1&0&0\\0&1&0&1&1\\0&0&1&0&1\\0&0&1&1&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}y_1\\y_2\\y_3\\y_4\\y_5\end{bmatrix}\rightarrow\begin{bmatrix}y_1\\y_2\\y_3\\y_4\\y_5\end{bmatrix}=\rho\begin{bmatrix}y_2\\y_1+y_3\\y_2+y_4+y_5\\y_3+y_5\\y_3+y_4\end{bmatrix} \quad (۷)$$



شکل ۱- مناطق تولید کننده سیب و تعریف همسایگی با استفاده از روش مجاورت

در روش مسافت بجای تعیین همسایه‌های هر منطقه با استفاده از مجاورت مرزی از میزان مسافت بین هر یک از مناطق برای تعیین همسایگی استفاده می‌شود. در این روش با استفاده از طول و عرض جغرافیایی مناطق و فاصله دکارتی مناطق، نزدیکترین همسایه‌ها برای هر یک از شهرستانها تعیین می‌گردد. مزیت این روش در این است که برای هر منطقه حداقل یک همسایه تعیین می‌گردد. این روش تعیین مسافت به نام روش مثلث سازی دورانی[1] شناخته می شود (۶). با توجه به اینکه تعیین ماتریس همسایگی با استفاده از این روش بیشترین تعداد همسایگی را ایجاد می‌کند و وجود حداقل یک همسایه را برای هر منطقه تضمین می‌کند، این روش برای تعیین ماتریس همسایگی روشی برتر تلقی می‌شود.

مرحله نهایی در این الگوسازی، تعیین اثر متغیرهای اقلیمی بر روی عملکرد محصول می‌باشد. این متغیرها شامل خشکسالی است که با استفاده از شاخص بارش استاندارد تعیین می‌گردد، و میزان بارش در یک سال، میزان پراکندگی بارش در یک سال، سرمای بهاره و دما می‌باشد. اطلاعات خام برای اندازه‌گیری و استخراج این متغیرها از سازمان هواشناسی کشور اخذ شده است. به دلیل عدم دسترسی به آمار و اطلاعات مربوط به درجه حرارت روزانه ایستگاهای هواشناسی شهرستانهای کشور، برای اندازه‌گیری اثر تغییرات سرمای بهاره یک متغیر دامی برای فروردین ماه تعریف شده است. این متغییر انحراف دمای فروردین ماه را از میانگین دمای این ماه در طول دوره ۱۳۸۷-۱۳۷۶ برای یک ایستگاه نشان می دهد. اگر میزان انحراف از میانگین دوره برای یک ایستگاه مشخص و در سال مشخص منفی باشد، برای آن سال این متغیر عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر می گیرد. رابطه زیر نشان‌دهنده روش تعریف این متغیر می‌باشد.

$$D=(T_i - T) \quad (\text{if } D > 0;\ 0\ otherwise;\ 1) \quad (۸)$$

در رابطه بالا، T_i درجه حرارت ماه فروردین در سال مورد نظر را نشان می‌دهد و T نشان دهنده میانگین درجه‌حرارت ماه فروردین در طول دوره می‌باشد. برای ماه اردیبهشت نیز به همین طریق عمل شده است.

برای تعیین هر یک از متغییرهای تعریف شده در بالا از اطلاعات خام سازمان هواشناسی کشور استفاده شده است. در واقع ابتدا ایستگاه‌های هواشناسی موجود در هر یک از شهرستانهای کشور (سینوپتیک و تبخیر سنجی) تعیین و سپس میزان دما و بارش در هر ماه برای سالهای ۸۷-۱۳۷۶ از اطلاعات این سازمان استخراج شده است.

نتایج و بحث

شکل ۲ نتایج پهنه‌بندی برای محصول سیب را نشان می‌دهد. در

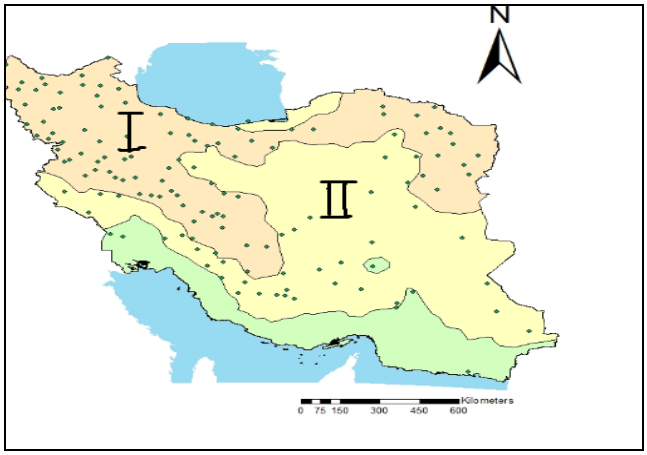
1- Delaunay triangulation

واقع با توجه به موقعیت جغرافیایی مناطق تولیدکننده سیب آبی و با استفاده از طول و عرض جغرافیایی این مناطق نقشه پهنه‌بندی کشور برای این محصول با استفاده از نرم افزار Arc GIS تهیه شده است. بر این اساس محصول سیب آبی در دو منطقه کوهستانی و کوهپایه‌ای و پست کشور تولید می‌شود. در این شکل منطقه کوهستانی به نام منطقه یک و منطقه پست و کوهپایه‌ای به نام منطقه دوم نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود بیشتر مناطق تولید کننده سیب در مناطق کوهستانی قرار دارند. از ۱۴۴ شهرستان مورد بررسی در این مطالعه ۱۰۱ شهرستان در منطقه کوهستانی (منطقه اول) قرار دارندکه این تعداد در برگیرنده ۷۰ درصد از مناطق تولیدکننده سیب آبی می‌باشد. همچنین ۴۳ شهرستان از ۱۴۴ شهرستان تولید کننده این محصول در منطقه کوهپایه‌ای و پست (منطقه دوم) قرار دارند که این تعداد ۳۰ درصد از شهرستانهای مورد مطالعه برای این محصول را در بر می‌گیرند. شهرستانهایی که در هر ردیف قرار دارند نشان دهنده شهرستانهای داخل پهنه برای هر استان می باشند. در جدول ۱ شهرستانهایی که در هر ردیف قرار دارند نشان دهنده شهرستانهای داخل پهنه اول (کوهستانی) به تفکیک برای هر استان می باشد. به عنوان مثال ردیف اول جدول ۱ نشان دهنده شهرستانهای داخل پهنه کوهستانی در استان اردبیل می باشد. برای جدول ۲ نیز به همین صورت می‌باشد.

در جدول ۱، شهرستانهای داخل منطقه یک گزارش شده است و در جدول ۲ نام شهرستانهای واقع در منطقه ۲ درج شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌گردد منطقه یک شامل ۱۰۱ شهرستان از ۲۱ استان کشور می‌باشد. منطقه دو شامل ۴۳ شهرستان از ۱۲ استان کشور می‌باشد. ردیف های هر جدول همسایه های مناطق تولیدی در هر استان (ستون اول) در بستر اقلیم کوهستانی را نشان می دهد. به عنوان مثال ردیف اول جدول ۱ بیانگر آن است که اردبیل در استان اردبیل دارای سه همسایه به نام های پارس آباد، خلخال و مشکین شهر می باشد. لذا، چنانچه یک تغییر در درجه حرارت بوجود آید و سرمازدگی اتفاق بیافتد هر چهار شهرستان را باهم درگیر خواهد نمود و بر تولید سیب را در هر چهار شهرستان اثر خواهد گذاشت. مقایسه ردیف اول و دوم جدول نشان می دهد که دامنه ریسک سیستماتیک در استان اصفهان که تعداد شهرستان های بیشتری را درگیر می کند به مراتب از استان اردبیل بیشتر می باشد.

برای بررسی وجود و یا عدم وجود ریسک سیستماتیک در بین مناطق تولید سیب ابتدا از الگوی مرتبه اول خود رگرسیونی فضایی (الگوی شماره ۴) استفاده شده است. برای اینکه ارتباط بین شدت وقوع عامل خسارت و شدت همبستگی فضایی بین عملکرد این محصول مشخص شود، برای هر سال یک الگوی جداگانه برآورد شده است. جدول ۳ نشان دهنده نتایج الگوی FAR در هر یک از سالهای ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۷ و به تفکیک برای هر یک از دو منطقه مشخص شده در مرحله قبل می‌باشد.

بطوری که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، در منطقه کوهستانی (منطقه اول) بیشترین میزان همبستگی فضایی (۰/۶۱) بین عملکرد سیب در شهرستانهای همسایه در سال ۱۳۸۴ وجود داشته است. پس از آن بزرگترین همبستگی فضایی مربوط به سال ۱۳۸۱ می‌باشد (۰/۵۸). سال ۱۳۸۴ همان سالی است که سرمای ناگهانی رخ داده و سرمازدگی شدیدی در محصول سیب اتفاق افتاده است. سال۱۳۸۱ نیز یکی دیگر از سالهایی است که سرمازدگی فراگیر گزارش شده و باعث ایجاد خسارت شدید به باغداران سیب شده است.



شکل ۲- پهنه‌بندی مناطق تولید کننده سیب‌آبی در کشور

جدول ۱- نتایج پهنه‌بندی و تقسیم‌بندی اقلیمی برای منطقه اول تولید کننده محصول سیب

ردیف	استان	شهرستانها									
۱	اردبیل	اردبیل	پارس‌آباد	خلخال	مشکین‌شهر						
۲	اصفهان	اردستان	اصفهان	تیران‌وکرون	شهرضا	فریدن	فلاورجان	کاشان	گلپایگان	نطنز	
۳	آذربایجان‌شرقی	اهر	آذرشهر	بستان‌آباد	بناب	تبریز مرند	جلفا میانه	سراب هریس	شبستر هشترود	کلیبر مراغه	
۴	آذربایجان‌غربی	ارومیه	بوکان	پیرانشهر	تکاب	خوی	سردشت	سلماس	ماکو	مهاباد نقده	
۵	تهران	تهران	ساوجبلاغ	شمیرانات	فیروزکوه	کرج					
۷	خراسان	اسفراین	بجنورد	تایباد	تربت جام قائنات	تربت حیدریه	چناران گناباد	مشهد خواف	نیشابور درگز	فریمان قوچان	
۶	چهارمحال‌بختیاری	شهرکرد									
۸	زنجان	خدابنده	زنجان	ماه‌نشان	ابهر						
۹	سمنان	دامغان	سمنان	شاهرود	گرمسار						
۱۰	سیستان وبلوچستان	نیک‌شهر									
۱۱	فارس	آباده	نی‌ریز								
۱۲	قزوین	قزوین									
۱۳	کردستان	بانه	بیجار	دیواندره	سقز	سنندج	قروه	کامیاران	مریوان		
۱۴	کرمانشاه	پاوه	سنقر	صحنه	کرمانشاه	کنگاور					
۱۵	کهگیلویه‌وبویراحمد	کهگیلویه									
۱۶	گیلان	رودبار									
۱۷	لرستان	ازنا	الیگودرز	دلفان	دورود						
۱۸	مازندران	آمل	رامسر	نوشهر							
۱۹	مرکزی	اراک	تفرش	خمین	ساوه						
۲۰	همدان	بهار	کبودرآهنگ	ملایر	نهاوند	همدان					
۲۱	یزد	یزد	ابرکوه								

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲- نتایج پهنه‌بندی و تقسیم‌بندی اقلیمی برای منطقه دوم تولید کننده محصول سیب

ردیف	استان	شهرستانها										
۱	ایلام	ایلام	دهلران									
۲	چهارمحال‌بختیاری	اردل	لردگان									
۳	خراسان	برداسکن	بیرجند	سبزوار	طبس	فردوس	کاشمر	نهبندان				
۴	خوزستان	باغ‌ملک										
۵	سیستان وبلوچستان	خاش	زاهدان	سراوان								
۶	فارس	استهبان	بوانات	جهرم	داراب	سپیدان	شیراز	فسا	فیروزآباد	کازرون	مرودشت	ممسنی
۷	قم	قم										
۸	کرمان	بافت	بردسیر	بم	راور	رفسنجان	سیرجان	شهربابک	کرمان			
۹	کهگیلویه‌وبویراحمد	بویراحمد										
۱۰	لرستان	خرم‌آباد	کوهدشت									
۱۱	یزد	اردکان	بافق	تفت								
۱۲	جیرفت و کهنوج	جیرفت										

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳- نتایج الگوی FAR برای محصول سیب در سال‌های مختلف

	منطقه ۱(کوهستانی)		منطقه ۲(پست و کوهپایه‌ای)	
سال	ضریب خودهمبستگی فضایی	t	ضریب خودهمبستگی فضایی	t
۱۳۷۶	۰/۳۵	(۱/۸۱)*	۰/۴۸	(۱/۹)*
۱۳۷۷	۰/۳۰	(۱/۵)	۰/۲۱	(۰/۳۸)
۱۳۷۸	۰/۳۳	(۱/۷)*	۰/۴۶	(۱/۸)*
۱۳۷۹	۰/۳۲	(۱/۶)*	۰/۶۲	(۲/۹)**
۱۳۸۰	۰/۴۳	(۲/۳)**	۰/۶۲	(۳/۱)**
۱۳۸۱	۰/۵۸	(۳/۷)**	۰/۵۵	(۲/۳)**
۱۳۸۲	۰/۴۶	(۲/۶۸)**	۰/۵۰	(۲/۷)**
۱۳۸۳	۰/۲۶	(۱/۲)	۰/۵۸	(۲/۶)**
۱۳۸۴	۰/۶۱	(۴/۱)**	۰/۴۵	(۱/۷)*
۱۳۸۷	۰/۴۷	(۲/۶)**	۰/۲۸	(۰/۹۶)

ماخذ: یافته‌های تحقیق. اعداد داخل پرانتز در جدول نشان دهنده مقادیر آماره t می‌باشد. ضرایب معنی دار در سطح یک درصد با علامت ** و ضرایب معنادار در سطح ۵ درصد با علامت * نشان داده شده است.

در سایر سالها که سالهای عادی به حساب می‌آیند ضریب همبستگی عملکرد بین مناطق همسایه هم کوچک می‌باشد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که سرما عامل بروز ریسک سیستماتیک در منطقه یک می‌باشد. به عبارت دیگر، ضریب بالای خودهمبستگی فضایی بین عملکرد محصول سیب در منطقه کوهستانی در سالهایی که سرما شدید بوده و ضریب کوچک همبستگی در سالهای عادی بیانگر آن است که سرما عامل بروز ریسک سیستماتیک در منطقه کوهستانی تولید سیب در کشور می‌باشد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که چنانچه سرمای ناگهانی رخ دهد منطقه قابل توجهی را درگیر خواهد کرد و موجب بروز خسارت سنگین برای این محصول خواهد شد.

همبستگی فضایی بالا بین عملکرد سیب در منطقه خشک در سالهای ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰، یعنی سالهای پس از بروز خشکسالی (سال ۱۳۷۸) در کشور، نشان دهنده آن است که عامل اصلی ایجاد ریسک سیستماتیک در بین شهرستانهای تولیدکننده سیب‌آبی در منطقه دوم (منطقه کوهپایه‌ای و پست) خشکسالی می‌باشد. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود این عامل باعث ارتباط بین عملکرد مناطق همسایه می‌گردد و اثر آن به تدریج در سالهای پس از خشکسالی شدید، کاهش می‌یابد. در واقع با فاصله گرفتن از سالی که خشکسالی شدید رخ داده شدت ارتباط فضایی بین عملکرد مناطق کاهش می‌یابد. با نگاهی به ضرایب همبستگی سالهای قبل و بعد از خشکسالی در جدول ۳ مشاهده می‌شود که در ابتدا همبستگی فضایی بین این مناطق کم است (سالهای ۷۸-۱۳۷۶). پس از آن با شدت یافتن اثر خشکسالی (سالهای ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰)، همبستگی بین مناطق نیز افزایش می‌یابد. در سالهای بعد با کاهش اثر خشکسالی، شدت همبستگی نیز کاهش می‌یابد تا در سال ۸۳ با افزایشی که نشان‌دهنده خشکسالی نسبتاً شدید در سال ۱۳۸۲ است ضریب همبستگی فضایی مجدداً افزایش می‌یابد و در سالهای پس از آن که از نظر خشکی سالهای نرمالی می‌باشند شدت همبستگی فضایی نیز کاهش می‌یابد.

با مقایسه دو منطقه یک و دو از نظر سالهایی که شدت همبستگی فضایی بالا بوده است و آب و هوای این مناطق این نتیجه حاصل می‌شود که در منطقه اول عامل ریسک سیستماتیک سرما و یخبندان می‌باشد و این عامل زمانی که شدیدتر باشد عملکرد مناطق را به یکدیگر همبسته‌تر می‌کند. در منطقه دوم عامل ریسک سیستماتیک خشکسالی است. اثرات این عامل پایاتر از سرمازدگی است. در واقع زمان بیشتری طول می‌کشد همبستگی مناطقی که در اثر خشکی به یکدیگر وابسته شده‌اند کاهش یابد. به عبارت دیگر اثر خشکسالی تنها به سال بروز آن یا یک سال بعد از آن ختم نمی‌شود، بلکه به چند سال بعد هم کشیده می‌شود.

بر اساس آنچه توضیح داده شد عامل اصلی ایجاد ریسک سیستماتیک خشکسالی و یا سرمازدگی می‌باشد، اما سایر عوامل نیز در کنار این عامل قرار دارند و بر عملکرد محصول با شدت و ضعف متفاوت تاثیر می‌گذارند. در واقع خشکسالی در منطقه اول و یا سرما در منطقه دوم نیز بر عملکرد سیب در این مناطق موثرند گرچه عامل اصلی بروز ریسک سیستماتیک در منطقه اول سرما و در منطقه دوم خشکسالی می‌باشد. بنابراین، لازم بود میزان اثرات این عوامل نیز بررسی شود. این کار با برآورد الگوی خودرگرسیونی توأم (SAR) با اطلاعات سال ۱۳۸۴ یعنی همان سالی که سرمای ناگهانی رخ داده و سرمازدگی شدیدی در محصول سیب اتفاق افتاده است برای منطقه اول تولید محصول سیب‌آبی صورت گرفت. جدول ۴ ستون چهارم و پنجم نتایج برآورد این الگو را نشان می‌دهد.

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود شاخص استاندارد بارش

که نمادی از خشکسالی می‌باشد در منطقه اول در سال ۱۳۸۴ اثر مثبت و غیر معنی‌دار بر میزان عملکرد محصول سیب‌آبی دارد. متغیر سرمای بهاره در سال ۱۳۸۴ دارای اثر منفی و معنی‌دار در سطح یک درصد بر روی عملکرد محصول سیب‌آبی در منطقه اول می‌باشد. ضریب این متغییر بیانگر آن است که وقوع سرمازدگی متوسط عملکرد سیب آبی در منطقه اول را به میزان ۲۷۹۲ کیلوگرم کاهش می‌دهد. دمای ماه تیر نیز اثر منفی و معنی داری بر عملکرد سیب در منطقه اول دارد و این بدین معنی است که با افزایش دما در این ماه به میزان یک واحد، متوسط عملکرد سیب به میزان ۷۱۷ کیلوگرم کاهش می‌یابد. دمای ماه مرداد اثر مثبت و معنی داری بر عملکرد سیب دارد و با افزایش دما در این ماه به میزان یک واحد، متوسط عملکرد به اندازه ۸۲۱ کیلوگرم افزایش می‌یابد. علاوه براین، نتایج جدول حاکی از آن است که ضریب تغییرات بارش اثر منفی و معنی داری بر روی عملکرد سیب دارد.

به منظور تعیین مناسبترین الگوی فضایی، نتایج الگوی عمومی خودرگرسیون فضایی (SAC) با نتایج الگوی SAR مقایسه شده است. همانطور که در بخش مواد و روش ها توضیح داده شد، در این الگو علاوه بر همبستگی فضایی در بین عملکرد مناطق، همبستگی فضایی بین جملات اخلال نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. ستون دوم و سوم جدول ۴ پارامترهای برآورد شده الگوی عمومی خودرگرسیون فضایی را نشان می دهد. همانطور که در این جدول مشاهده می‌گردد معنی‌داری متغیرهای اقلیمی در الگوی عمومی کاهش یافته است و تعدادی از متغیرهای اقلیمی نیز معنی‌داری خود را در این الگو از دست داده‌اند. همچنین ضریب خودهمبستگی فضایی کاهش یافته است. مقدار ضریب خودهمبستگی فضایی در جملات اخلال برابر ۰/۰۲ می‌باشد که معنی‌دار نیز نمی‌باشد. بر همین اساس، می توان نتیجه گرفت که الگوی SAR الگویی مناسبتر از الگوی عمومی خودرگرسیون فضایی می‌باشد.

به منظور بررسی وجود خودهمبستگی فضایی بین جملات اخلال، الگوی خود رگرسیونی با خود همبستگی فضایی در جمله اختلال SEM برآوردشده است. ستون ششم و هفتم جدول ۴ نشان دهنده نتایج این الگو برای سال ۱۳۸۴ می باشد. همانطور که مشاهده می‌شود ضریب خودهمبستگی فضایی در جملات اخلال (lambda) در منطقه اول (کوهستانی) معنی دار نیست. آزمون I موران نیز نشان دهنده عدم وجود خودهمبستگی فضایی بین جملات اخلال می‌باشد (جدول ۵). در این آزمون فرضیه صفر دلالت بر عدم وجود همبستگی فضایی بین جملات اخلال می‌باشد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در جملات اخلال خودهمبستگی فضایی وجود ندارد. با توجه به این نتایج الگوی رگرسیون فضایی با خودهمبستگی در جملات اخلال تائید نمی‌گردد.

نتایج الگوی فضایی دوربین (SDM) در ستون هشتم ونهم جدول ۴ آورده شده است. در این الگو همبستگی فضایی متغیرهای اقلیمی (متغیرهای مستقل) بجای همبستگی فضایی بین میزان عملکرد سیب در شهرستانهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌گردد متغیر سرمای بهاره و متغیر میانگین دمای ماه مرداد تنها متغیرهای معنی‌دار در الگوی فضایی دوربین می‌باشند. ضریب همبستگی فضایی در این الگو ۲۱ درصد می‌باشد، اما این ضریب معنی‌دار نمی‌باشد.

بنابر نتایج چهار الگوی خودرگرسیون فضایی و آزمون I موران (جدول ۵) می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در منطقه اول و برای سال ۱۳۸۴ به عنوان سال غیرعادی (سرمازدگی) مناسبترین الگو، الگوی SAR می‌باشد. در واقع الگوی SAR تاثیر متغیرهای اقلیمی و میزان ضریب همبستگی فضایی بین شهرستانهای تولید کننده سیب در منطقه اول را بهتر از سایر الگوهای فضایی نشان می‌دهد.

ستون چهارم و پنجم جدول ۶ نتایج الگوی خودرگرسیونی توأم (SAR) را برای سال ۱۳۸۰ (سالی که بالاترین میزان ضریب همبستگی فضایی بین عملکرد شهرستانهای منطقه دوم در جدول ۳ را نشان داد) در منطقه دوم تولید محصول سیب را نشان می‌دهد. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود شاخص استاندارد بارش که نمادی از خشکسالی می‌باشد در منطقه دوم در سال ۱۳۸۰ اثر مثبت و معنی‌دار بر میزان عملکرد محصول سیب‌آبی دارد. متغیر سرمای بهاره در سال ۱۳۸۰ اثر منفی و غیرمعنی‌داری بر میزان عملکرد محصول سیب‌آبی در منطقه دوم دارد. در مقایسه با منطقه اول، اثر این متغیر در منطقه دوم کمتر می‌باشد. دمای ماه تیر نیز اثر منفی و معنی داری بر عملکرد سیب در منطقه دوم دارد. این بدین معنی است که با افزایش دما در این ماه به میزان یک واحد، میزان متوسط عملکرد ۵۹۸ کیلوگرم کاهش می‌یابد. دمای ماه مرداد اثر مثبت و معنی دار بر عملکرد سیب دارد و با افزایش دما در این ماه به میزان یک واحد، متوسط عملکرد به میزان ۲۴۲ کیلوگرم افزایش می‌یابد. به منظور تعیین مناسبترین الگوی فضایی برای منطقه دوم نتایج الگوی عمومی خودرگرسیون فضایی با نتایج الگو SAR منطقه دوم (جدول ۶) مقایسه شده است. ستون دوم و سوم جدول ۶ نتایج الگوی عمومی خودرگرسیون فضایی (SAC) را گزارش می کند. بر اساس اطلاعات این جدول، معنی‌داری متغیرهای اقلیمی در الگوی عمومی کاهش یافته است و تعدادی از متغیرهای اقلیمی نیز معنی-داری خود را در این الگو از دست داده‌اند. همچنین ضریب خودهمبستگی فضایی کاهش یافته است. میزان ضریب خودهمبستگی فضایی در جملات اخلال ۰/۱۰ می‌باشد که معنی‌دار نیز نیست. این وضعیت بیانگر آن است که الگوی SAR مناسبتر از الگوی عمومی خودرگرسیونی فضایی می‌باشد.

جدول٤- نتایج الگو های تکمیلی برای سال ١٣٨٤ در منطقه اول (منطقه کوهستانی)

متغیرها	SAC		SAR		SEM		SDM	
	ضریب	t	ضریب	t	ضریب	t	ضریب	t
عرض از مبداء	۸۵۱۲/۲۳	۱/۳۴	۱۲۴۱۶/۴۹	۲/۳۴*	۱۱۳۲۱/۴۹	(۲/۲۳)**	۱۰۳۸۳/۴۱	(۱/۰۱)
شاخص استاندارد بارش در سال قبل	۱۰۰/۵۲	۰/۹۸	۹۲/۳	۰/۱۱	۱۰۴/۲۶	(۱/۱۷)	۶/۹۷	(۰/۰۰۸)
سرمای بهاره در فروردین ماه	-۱۲۴۵/۶۵	-۱/۸*	-۲۷۹۲/۱۳	-۲/۵۴**	-۲۸۷۶/۱۳	(۲/۶۶)**	-۱۳۳۰/۳۴	(-۱/۸۵) *
میانگین دمای تیر ماه	-۸۱۵/۰۶	-۱/۰۵	-۷۱۷/۱۲	-۱/۶۴*	-۷۴۸/۸۹	(۱/۷۶)*	-۲۵۲/۸۲	(-۰/۴۷)
میانگین دمای مرداد ماه	۵۲۴/۳۳	۱/۳۷	۸۲۱/۵۶	۱/۸*	۹۵۵/۵۶	(۲/۲۸)**	۳۴۵/۴۷	(۱/۶)*
ضریب تغییرات بارش در یک سال	-۵۲۸/۵۵	-۱/۵۸	-۴۲۵/۷۹	-۱/۶۴*	-۵۸۹/۲۴	(۱/۳۵)	-۴۳۸۲/۲۷	(۱/۴۵)
شاخص SPI در سال*w	-	-	-	-	-	-	۲۵۰۸/۶۱	(۱/۴۸)
سرمای بهاره *w	-	-	-	-	-	-	-۲۰۲۶/۳۱	(-۰/۸۲)
میانگین دمای ماه تیر*w	-	-	-	-	-	-	-۸۵۰/۸۴	(-۰/۸۵)
میانگین دمای ماه مرداد*w	-	-	-	-	-	-	۱۰۸۶/۸۵	(۱/۰۷)
ضریب تغییرات بارش در یک سال*w	-	-	-	-	-	-	-۳۲۲۳/۶۸	(۰/۵۸)
ضریب همبستگی فضایی	۰/۲۴	۱/۷۰*	۰/۳۵	۲/۷۳**	-	-	-	-
ضریب همبستگی فضایی بین جملات اخلال	۰/۰۲	۰/۰۸۵	-	-	۰/۰۲	(۱/۲)	-	-
ضریب همبستگی فضایی بین متغیرهای اقلیمی							۰/۲۱	(۱/۴۴)
ضریب تعیین	۰/۱۹	-	۰/۲۵	-	۰/۱۵	-	۰/۳۰	-
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۱۵	-	۰/۲۲	-	۰/۱۲	-	۰/۲۳	-

ماخذ: یافته‌های تحقیق.. ضرایب معنی دار در سطح یک درصد با علامت ** و ضرایب معنادار در سطح ۵ درصد با علامت * نشان داده شده است.

جدول ۵- نتایج آماره I موران در سال ١٣٨٤ برای منطقه اول

Moran I	۰/۱۷
Moran I-statistic	۰/۸۸
Marginal Probability	۰/۷۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

از آنجاییکه تفاوت الگوی خودهمبستگی فضایی با الگوی SAR در وجود همبستگی فضایی در جملات اخلال می‌باشد، لذا وجود خودهمبستگی بین جملات اخلال با برآورد الگوی خود رگرسیونی با خود همبستگی فضایی در جمله اختلال (SEM) و آزمون I موران بررسی شده است.

ستون ششم و هفتم جدول ۶ نشان دهنده نتایج این الگو در منطقه دوم برای سال ۱۳۸۰ می‌باشد. جدول ۷ نیز نتایج آزمون I موران را گزارش می‌کند. همانطور که مشاهده می‌شود ضریب خودهمبستگی فضایی در جملات اخلال (lambda) در منطقه دوم (پست و کوهپایه‌ای) معنی دار نمی‌باشد و آزمون I موران نیز همین نتیجه را تایید می کند. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در جملات اخلال خودهمبستگی فضایی وجود ندارد.

در نهایت الگوی فضایی دوربین برای منطقه دوم (پست و کوهپایه‌ای) و با استفاده از اطلاعات سال ۱۳۸۰ برآورد که نتایج آن در ستون هشتم و نهم جدول ۶ گزارش شده است. بطوری که ستون هشتم این جدول مشاهده می‌شود ضریب خودهمبستگی فضایی در این الگو معنی‌دار نمی‌باشد. در واقع در منطقه دوم و در سال ۱۳۸۰ بین متغیرهای مستقل ساختار فضایی وجود ندارد و وقفه‌های فضایی متغییرهای مستقل بر میزان عملکرد سیب در منطقه دوم تاثیر گذار نمی‌باشد. بنابر نتایج چهار الگوی خودرگرسیون فضایی و آزمون I موران می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در منطقه دوم و برای سال ۱۳۸۰ به عنوان سال غیرنرمال (خشکسالی) مناسب‌ترین الگو، الگوی SAR می‌باشد. در واقع الگوی SAR تاثیر متغیرهای اقلیمی و میزان ضریب همبستگی فضایی بین شهرستانهای تولید کننده سیب در منطقه دوم را بهتر از سایر الگوهای فضایی بازگو می کند.

نتیجه گیری و پیشنهادها

نتایجی که توضیح داده شد حاکی از آن است که ریسک سیستماتیک در بین مناطق تولیدکننده محصول سیب وجود دارد. اما، عامل بروز این ریسک در بین مناطق مختلف متفاوت می‌باشد.

جدول ٦- نتایج الگو های تکمیلی در سال ۱۳۸۰ در منطقه دوم (منطقه پست و کوهپایه‌ای)

متغیرها	SAC		SAR		SEM		SDM	
	ضریب	t	ضریب	t	ضریب	t	ضریب	t
عرض از مبداء	۱۲۸۵/۳۳	۲/۵۶**	۱۶۳۷۷/۹۹	۳/۲۳**	۱۲۳۵۶/۵	(۱/۶۶)*	۵۶۰۰/۷۰	(۳/۵۷)**
شاخص استاندارد بارش در سال قبل	۲۵۳۶/۲۲	۱/۸۰*	۳۰۸۳/۹۱	۲/۵۴**	۳۵۸۷/۷۷	(۲/۲۲)**	۴۲۳/۴۷	(۱/۸۰)*
دامی سرمای بهاره	-۶۶/۳۲	-۰/۰۸	-۱۳۷/۴۲	-۰/۱۲	۲۰۵/۵۸	(۱/۱۲)	-۶۱۴/۲۰	(-۰/۴۸)
میزان بارش کل	۲۳/۵۶	۱/۵۵	۴/۷۵	۱/۷۹*	۵۲/۵۸	(۳/۳۶)**	۲/۵۲	(۱/۱۸)
میانگین دمای ماه تیر	-۶۰۲/۵۳	-۱/۶۶*	-۵۹۸/۳۹	-۱/۷۸*	-۶۵۲/۲۶	(۲/۳۳)**	-۱۱۶۶/۷۱	(-۲/۵۰)**
میانگین دمای ماه مرداد	۳۲۶/۲۵	۱/۰۹	۲۴۲/۰۳	۲/۴۵**	۲۵۶/۶۸	(۱/۸۸)*	۶۲۲/۶۸	(۱/۴۷)
ضریب تغییرات بارش در یک سال	-۲۳۶/۴۴	-۰/۹۵	-۸۹۳/۳۲	-۰/۴۵	-۵۷۸/۱۲	(۰/۵۵)	-۹۵۸/۷۵	(-۰/۶۸)
شاخص SPI در سال قبل*w	-	-	-	-	-	-	۶۹۷۳/۸۸	(۲/۸۵)**
دامی سرمای بهاره *w	-	-	-	-	-	-	-۱۲۳۳/۸۸	(-۰/۴۳)
میزان کل بارش*w	-	-	-	-	-	-	۱/۶۶	(۰/۳۳)
میانگین دمای ماه تیر*w	-	-	-	-	-	-	-۱۹۸۷/۰۰	(-۱/۸۱)*
میانگین دمای ماه مرداد*w	-	-	-	-	-	-	۱۵۳۳/۵۵	(۱/۸۶)*
ضریب تغییرات بارش در یک سال*w	-	-	-	-	-	-	-۸۳۱۱/۰۸	(-۲/۳۷)*
ضریب همبستگی فضایی	۰/۲۱	۱/۶۲*	۰/۳۲	۱/۷۵*	۰/۱۰	(۰/۸۷)	–	–
ضریب همبستگی فضایی بین جملات اخلال	۰/۱۰	۰/۵۵	–	–	–	–	–	–
ضریب همبستگی فضایی بین متغیرهای اقلیمی	-	-	-	-	-	-	۰/۲۵	(۰/۸۲)
ضریب تعیین	۰/۳۰	–	۰/۳۵	–	۰/۲۷	–	۰/۵۶	–
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۲۳	–	۰/۲۴	–	۰/۲۰	–	۰/۳۹	–

ماخذ: یافته‌های تحقیق، ضرایب معنی دار در سطح یک درصد با علامت ** و ضرایب معنادار در سطح ۵ درصد با علامت * نشان داده شده است.

جدول ۷- نتایج آماره I موران در سال ۱۳۸۰ برای منطقه دوم

۰/۳۸	Moran I
۰/۹۵	Moran I-statistic
۰/۶۶	Marginal Probability

مأخذ: یافته‌های تحقیق

سرما در منطقه اول (منطقه کوهستانی) و خشکسالی در منطقه دوم (پست و کوهپایه‌ای) عامل ریسک سیستماتیک عملکرد محصول سیب در کشور می‌باشد.

براین اساس، پیشنهاد می‌شود اولاً بجای در نظر گرفتن مناطق جغرافیایی در تعیین حق بیمه، تقسیم‌بندیهای اقلیمی مورد توجه قرار گیرد. ثانیاً، دامنه و شدت وقوع ریسک های سیستماتیک به عنوان ملاک اصلی در تعیین حق بیمه مورد توجه باشد. علاوه براین، وجود ریسک سیستماتیک در تولید سیب در کشور گویای آن است که حضور دولت در بازار بیمه کشاورزی ضروری است و بخش خصوصی لااقل در محدوده ای که اینگونه ریسک وجود دارد رغبتی برای حضور نخواهد داشت.

بطوری که عنوان شد، سرما، عامل بروز ریسک سیستماتیک در مناطق کوهستانی برای محصول سیب می باشد. بر این اساس پیشنهاد می شود اگر قرار است خطر سرمازدگی تحت پوشش بیمه قرار داشته باشد در کنار شهرستانهای مستقر در مناطق کوهستانی شهرستانهایی در مناطق پست و کوهپایه‌ای هم بطور همزمان تحت پوشش همین ریسک قرار داده شود تا از خطر بروز خسارت هنگفت برای بیمه گر بکاهد. با توجه به سیستماتیک بودن خطر خشکسالی و سرمازدگی در مناطق آب و هوایی مختلف و عدم وقوع همزمان آنها در مناطق مختلف پیشنهاد می‌شود این دو ریسک بطور همزمان تحت پوشش قرار گیرد تا از بروز خطر ورشکستگی شرکت بیمه گر جلوگیری شود.

در این تحقیق مشخص شد که عواملی مثل خشکسالی، سرمای بهاره در فروردین ماه، میانگین دمای ماه تیر و مرداد، ضریب تغییرات بارش و کل بارش سالیانه بر عملکرد سیب اثرگذارند و میزان اثر هرکدام نیز تعیین گردید. بر این اساس، چنانچه احتمال وقوع هر یک

از این عوامل با استفاده از اطلاعات و آمار تاریخی هر کدام تعیین شود آنگاه احتمال کاهش عملکرد به دلیل هر یک از این عوامل قابل محاسبه خواهد بود و خواهد توانست در تعیین حق بیمه عادلانه برای هریک از مناطق مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، محاسبه احتمال وقوع عوامل ذکر شده به عنوان تحقیق تکمیلی پیشنهاد می شود.

منابع

۱- خسروی م.، حبیبی نوخندان م. و اسماعیلی ر. ۱۳۸۷. پهنه‌بندی اثر خطر سرمازدگی دیررس بر روی باغات. مجله جغرافیا و توسعه ۱۲: ۱۶۲ – ۱۴۵.

۲- سازمان خوار و بار جهانی. آمار تولیدات کشاورزی، فائو استات، http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx

۳- غیور ح. و منتظری م. ۱۳۸۳. پهنه بندی رژیم های دمایی ایران با مؤلفه های مبنا و تحلیل خوشه ای. مجله جغرافیا و توسعه. ۱۲: ۱۵-۲۲

۴-وزارت جهاد کشاورزی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، آمارنامه محصولات کشاورزی و دامی، جلد اول: محصولات زراعی و باغی، ۱۳۹۰.

5- Anselin L. 1988. Spatial Econometrics: Methods and Models. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

6-Anselin L., Florax R.J., and Rey S.J. 2004.Advances in spatial econometrics. Methodology, tools and applications. SpringerVerlag, Berlin.

7-Beattie B.B., and Folley R.W. 1977. Production variability in apple crops. Sci. Hort, 6:271-279.

8- Beattie B.B., and Folley R.W. 1978. Production variability in apple crops. The long-term behaviour of the English crop. Sci. Hort, 8:325-332.

9-Dennis F.G. 1979. Factors affecting yield in apple with emphasis on delicious. Hort Rev, 1:395-422.

10-Goodwin B. 2001. Problems with Market Insurance in Agriculture. American Journal of Agricultural Economics, 83: 643-649.

11-Jackson J.E., and Hamer P.J.C. 1980. The causes of year-to-year variation in the average yield of Cox's Orange Pippin apple in England. Journal of Horticultural Science, 55:149-156.

12-Jackson J.E., and Hamer P.J.C., and Wickenden M.F. 1983. Effects of early spring temperatures on the set of fruits of Cox's Orange Pippin apple and year-to-year variation in its yields. Acta Hort, 139:75-82.

13- LeSage J.P. 1999. The theory and practice of spatial econometrics. University of Toledo.

14-Odening M., Mußhoff O. and Xu W. 2007. Analysis of Rainfall Derivatives Using Daily Precipitation Models: Opportunities and Pitfalls. Agricultural Finance Review, 67: 135-156.

15- Papademetriou M.K. 1976. Percentage fruit set avocado. Calif avocado Soc Yrbk, 59:135-143.

16-RIOU C. 1994. Le Determinisme Climatique de la Maturation du Raisin: Application au Zonage de la Teneur em Sucre Dans la Communaute Europeenne. Luxemburg: Office des Publications Officielles des Communautes Europeennes, 2: 295- 322.

17-Vedenov D. 2008. Application of Copulas to Estimation of Joint Crop Yield Distributions. Selected paper at the Annual Meeting of the AAEA,1:22-53.

18-Wang H., and H Zhang. 2003. on the Possibility of a Private Crop Insurance Market: a Spatial Statistics Approach. Journal of Risk and Insurance, 70: 111-124.

19-Woodard J., and Garcia P. 2008. Basis Risk and Weather Hedging Effectiveness.Agricultural Finance Review, 68: 111-124.

20-Xu W., Filler G., Odening M. and Okhrin O. 2010. On the Systemic Nature of Weather Risk. Agricultural Finance Review, 70: 267-284.