اثرات تغییر اقلیم بر الگوی کشت و سود ناخالص زارعین در شهرستان فسا

سیما شافعی، درنا جهانگیر پور[1]
Simashafei@gmail.com

چکیده

در مقاله حاضر اثرات تغییر اقلیم بر الگوی کشت و سود ناخالص زارعین شهرستان فسا طی دوره ۹۰-۱۳۷۰ در نتیجه اعمال دو سناریو مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و اعمال سناریو اول، افزایش دما- کاهش بارندگی و سناریو دوم، افزایش دما- افزایش بارندگی عملکرد محصولات مختلف پیش‌بینی گردید و پس از آن با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی مثبت الگوی کشت طراحی و تغییرات سود ناخالص کشاورزان محاسبه شد. بر این اساس میزان عملکرد محصولات در شهرستان فسا در نتیجه اعمال سناریو اول و دوم به ترتیب کاهش و افزایش یافت. نتایج تحلیل‌های مدل *PMP* نشان داد که با اعمال سناریوها سطح زیر کشت محصولات گندم و گوجه‌فرنگی به ترتیب با درصد تغییرات ۳/۰۴۹- و ۳۰/۵۳۴- در سناریو اول و با درصد تغییرات ۲۱/۳۸۰- و ۵/۳۹۲- در سناریو دوم کاهش می‌یابد و سطح زیر کشت محصولات جو، ذرت، هندوانه و پنبه افزایش می‌یابد. سود ناخالص کشاورزان نسبت به سال پایه (۱۳۹۰) به ترتیب در سناریو اول و دوم به میزان۱۱/۹۹و ۳۱/۹۳ درصد افزایش می‌یابد. در پایان نیز با توجه به وقوع تغییر اقلیم جهت برنامه‌ریزی برای افزایش میزان تولید محصولات کشاورزی در شهرستان فسا پیشنهاد می‌شود که ابتدا به عامل بهبود عملکرد در واحد سطح پرداخته شود و توسعه سطح زیر کشت محصولاتی چون جو و ذرت و پنبه در اولویت بعدی قرار گیرد.

طبقه بندی JEL: Q54

کلمات کلیدی: تغییر اقلیم، شبکه عصبی مصنوعی، برنامه ریزی ریاضی مثبت

[1] . به ترتیب دانشجوی دکتری اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی دانشگاه شیراز

مقدمه

امروزه با رشد روزافزون جمعیت و نیاز بشر به انرژی و مصرف انواع سوخت‌های فسیلی، شرایط آب و هوایی و جو زمین مانند دیگر قسمت‌های کره زمین از آسیب‌های انسان در امان نمانده و دستخوش دگرگونی‌هایی قرار گرفته است. پدیده تغییر اقلیم از نمونه بارز این دگرگونی‌ها به‌شمار می‌آید (تقدسیان و میناپور، ۱۳۸۲). تغییر اقلیم عبارت است از تغییرات رفتار آب و هوایی یک منطقه نسبت به رفتاری که در طول یک افق زمانی بلندمدت از اطلاعات مشاهده یا ثبت شده در آن منطقه مورد انتظار است. این تغییر می‌تواند در متوسط دما، بارندگی، الگوهای آب و هوایی، باد، تابش و ... باشد. طبق گزارش‌های متعددی که هیات بین‌المللی تغییر اقلیم تا کنون منتشر کرده است، اقلیم جهانی در حال تغییر و گرمایش جهانی در حال وقوع است (آذرین‌فر و همکاران، ۱۳۸۵). به‌طور کلی، انسان از گذشته با دو مشکل مهم در ارتباط با تغییر اقلیم روبه رو بوده که یکی داشتن مازاد آب و وقوع سیلاب‌های مخرب در فصول سرد (ناشی از تغییرات بارش) و دیگری کمبود آب و وقوع خشکسالی در فصول گرم (ناشی از تغییرات دما) بوده است (نجف‌پور ،۱۳۸۵). بخش کشاورزی به‌عنوان آسیب‌پذیرترین بخش نسبت به تغییر اقلیم، همواره مرکز توجه بحث‌های سیاسی و پروژه‌های تحقیقاتی بوده است. هدف از این فعالیت‌ها شناسایی و تحت کنترل درآوردن پیامدهای اقتصادی و زیست‌محیطی تغییر اقلیم می‌باشد، چرا که اقلیم تعیین‌کننده اساسی مکان و بهره‌وری فعالیت‌های کشاورزی است (چنگ، ۲۰۰۲) و باید توجه داشت که سیستم تولید کشاورزی در کشورهای درحال توسعه نسبت به تغییرات اقلیم آسیب‌پذیرتر می‌باشد، زیرا این کشورها نسبت به تغییر تکنولوژی و سرمایه به عنوان سایر عوامل موثر بر تولید کشاورزی، انعطاف‌پذیری کمتری دارند (واثقی و اسماعیلی،۱۳۸۷). تغییر اقلیم عملکرد محصولات کشاورزی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و پیامدهای اقتصادی بر قیمت محصولات کشاورزی، عرضه و تقاضا، تجارت، مزیت‌های نسبی و رفاه مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان به دنبال خواهد داشت. از جمله مهمترین پیامدهای تغییر اقلیم می‌توان به کاهش تولید مواد غذایی اشاره نمود زیرا وابستگی زیادی بین تولید محصولات کشاورزی و متغیرهای اقلیمی درجه حرارت و بارندگی وجود دارد. از دیگر پیامدهای تغییر اقلیم، کاهش دسترسی به آب را می‌توان نام برد. این پیامد در بخش کشاورزی نمود بیشتری پیدا خواهد کرد. اهمیت این پیامد در فصل‌های کم‌بارش بیشتر و در مناطق اقلیمی خشک برجسته‌تر است (شریفیان و حبیبی، ۱۳۹۲).

تغییرات اقلیم، تحقیقات گسترده‌ای در مقیاس جهانی، ناحیه‌ای و محلی را به خود اختصاص داده است بخشی از تحقیقات به بررسی تاثیر تغییر اقلیم بر تولید محصولات زراعی در مقیاس منطقه‌ای پرداخته‌اند تا از این طریق اطلاعات کاملی در مورد وضعیت تولید، محدودیت‌ها و موانع اقلیمی آینده در تولید محصولات زراعی فراهم سازند (محلاتی و همکاران، ۱۳۸۵). از جمله مطالعه اوچینگ و همکاران (۲۰۱۶) را می‌توان نام برد که به برآورد اثر تغییر اقلیم بر درآمد حاصل از محصولات ذرت و چای پرداختند. نتایج نشان داد که تغییر اقلیم تولید محصولات کشاورزی را تحت تاثیر قرار می‌دهد ولی تاثیر آن در محصولات متفاوت است. به این صورت که دما اثر منفی بر عملکرد ذرت و اثر مثبت بر عملکرد چای دارد در حالی که بارش دارای اثر منفی بر عملکرد چای می‌باشد. همچنین حساسیت عملکرد محصولات نسبت به دما بیشتر از بارش است. یانگ و همکاران (۲۰۱۵)، به بررسی تغییرات اقلیم بر کشت محصولات در سیستم‌های کشت متعدد در چین پرداختند.

نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که تغییرات اقلیمی تاثیر مثبتی بر عملکرد، تولید محصولات کشاورزی و امنیت غذایی در چین داشته است. پالازولی و همکاران (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای به بررسی اثر تغییرات اقلیم آینده بر منابع آب و بازده محصولات زراعی گندم و ذرت و برنج در نپال پرداختند. در این مقاله سه سناریو اقلیمی در نظر گرفته شد نتایج حاکی از آن بود که تغییرات اقلیمی در سناریوهای مختلف بین ۱۸ تا ۳۶- درصد بازده محصول گندم و ۴ تا ۱۷- درصد بازده محصول ذرت و ۱۲ تا ۱۷- درصد بازده محصول بازده محصول برنج را تحت تاثیر قرار می‌دهد و محصول گندم نسبت به تغییرات اقلیمی حساس‌تر از دو محصول دیگر است. ویا و همکاران (۲۰۱۴)، نیز در مطالعه‌ای مشابه در چین با استفاده از داده‌های ترکیبی و با فرض ثابت بودن کشش محصولات نسبت به تغییرات اقلیمی در طول زمان، نشان دادند که تغییر درجه حرارت، عملکرد محصولات گندم، برنج و ذرت را به ترتیب ۱/۳، ۰/۴ و ۱۲- درصد تغییر می‌دهد و اثرات نوسانات بارش بر عملکرد این محصولات کم است. بوبوجونو و حسن (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر امنیت درآمد مزرعه در آسیای مرکزی پرداختند. نتایج نشان داد که در مناطق خشک تاجیکستان تغییرات اقلیمی بر درآمدهای مزارع بزرگ تاثیر مثبت و در مزارع کوچک تاثیر منفی دارد. در قزاقستان انتظار افزایش درآمد با نوسانات بالاتر در آینده تحت تغییرات اقلیمی پیش‌بینی شد. کشاورزان در ازبکستان ممکن است در آینده نزدیک از تغییرات اقلیمی منفعت ببرند اما ممکن است درآمد خود را در آینده دور از دست بدهند. اثرات منفی تغییر اقلیم بیشتر در مناطق خشک آسیای مرکزی به علت کمبود آب در دسترس و افزایش تقاضای آب ممکن رخ بدهد. پرهیزکار و همکاران (۱۳۹۳)، در مقاله‌ای اثرات اقلیمی ناشی از تغییر دما، بارش و میزان مصرف نهاده‌های کشاورزی بر عملکرد محصول استراتژیک گندم آبی طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۰ در حوضه آبخیز شاهرود مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که افزایش دما در طول فصل رشد بر عملکرد گندم آبی اثر منفی می‌گذارد. پرهیزکاری و صبوحی (۱۳۹۳)، در مقاله‌ای با بهره‌گیری از مدل برنامه ریزی ریاضی مثبت (*PMP*)[۲] به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات و سود ناخالص کشاورزان در شهرستان قزوین پرداختند. نتایج نشان داد که با اعمال سناریوی یک درجه افزایش دما و یک میلی‌متر کاهش بارش، عملکرد جو، ذرت، چغندر و یونجه به ترتیب ۱۵، ۲۴، ۱۳ و ۱۷ درصد افزایش و عملکرد گندم، گوجه‌فرنگی و کلزا به ترتیب ۲۹، ۲۰ و ۲۳ درصد کاهش می‌یابد. سود ناخالص کشاورزان نیز نسبت به سال پایه ۱۰/۵ درصد افزایش می‌یابد. آبابایی و همکاران (۱۳۸۹)، نیز اثر تغییر اقلیم بر عملکرد گندم در منطقه رودشت اصفهان بررسی نمودند. در این مطالعه، سری زمانی روزانه پارامترهای اقلیمی منطقه رودشت اصفهان تحت سناریوهای تغییر اقلیم *A2* (غلظت دی اکسید کربن به اندازه *PPM* ۸۵۷ و افزایش دما ۳/۸ درجه) و *B1* (غلظت دی اکید کربن *PPM* ۵۳۸ و افزایش دما ۲درجه) برای دوره‌ی ۲۰۱۱ تا ۲۰۳۰ میلادی تولید گردید. نتایج نشان داد که در منطقه مورد مطالعه، میانگین بارش سالانه، مجموع بارش سالانه در طول دوره رشد گیاه و متوسط دمای روزانه تحت هر دو سناریو تغییر اقلیم افزایش خواهند یافت. تحلیل مقدار عملکرد نسبی محصول تحت دو سناریوی تغییر اقلیم نسبت به سناریوی مبنا به ترتیب ۱/۴۹ و ۱/۲ درصد و متوسط عملکرد دانه‌ی گندم به ترتیب ۴/۱۹ و ۱۷/۹ درصد کاهش خواهند یافت. مطالعات بررسی شده نشان می‌دهند که تغییرات اقلیم تا حد زیادی می‌تواند بر عملکرد محصولات کشاورزی، درآمد

2. Positive Mathematical Programming

کشاورزان و در نهایت امنیت غذایی اثر گذار باشد. لذا هر گونه مطالعه در این خصوص به منظور کمک به اعمال سیاست های مناسب جهت حفظ امنیت غذایی و جبران کاهش رفاه تولیدکنندگان می‌تواند حائز اهمیت باشد. کشور ایران نیز با توجه به ناپایداری شرایط اقلیمی، عدم توزیع یکنواخت زمانی- مکانی بارش و تغییرات نابسامان دمای هوا و توجه به پایداری منابع آب، چگونگی تولید محصولات کشاورزی، تغییرات کاربری اراضی و شیوه‌های مقابله با خشکی و خشکسالی ضروری است (غیور و مسعودیان، ۱۳۷۶). شهرستان فسا با قرار گرفتن در جنوب استان فارس دارای میانگین بارش سالانه حدود ۳۵۲ میلیمتر می‌باشد. طی سال‌های اخیر، تغییرات کاهشی بارش و افزایش دمای هوا در این شهرستان مشکلات عدیده‌ای را در بخش کشاورزی و در تولید محصولات زراعی به‌وجود آورده است. تنش آبی، ناشی از کاهش بارندگی و کاهش سطح آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر در شهرستان فسا باعث منفی شدن بیلان آب در این شهرستان شده است. گرم شدن دمای هوا نیز سبب شده تا فعالیت کشاورزی در این شهرستان تحت تاثیر قرار بگیرد. به عنوان مثال، زراعت برخی از مجصولات زراعی (مانند محصولات صیفی بهاره) به دلیل تغییر اقلیم به وجود آمده با دو بار کشت در هر سال زراعی در سطح اراضی شهرستان صورت می‌گیرد. اگر چه این امر در نگاه اول بسیار سودآور و مناسب به‌نظر می‌رسد، اما با ادامه این وضعیت احتمال اینکه در آینده‌ای نه چندان دور با پدیده فرسایش خاک، کمبود شدید منابع آبی، کاهش تولید محصولات زراعی همچنین زیان‌های اقتصادی ناشی از تهدید بخش کشاورزی در سطح شهرستان فسا مواجه شویم، وجود دارد (مدیری و همکاران، ۱۳۹۱). لذا، با توجه به قابلیت ها و محدودیت های ذکر شده،

انجام تحقیقاتی در زمینه اثرات تغییرات اقلیم و اتخاذ سیاست های مدیریتی مناسب در جهت سازگاری بیشتر بخش کشاورزی با شرایط جدید اقلیمی ضروری به نظر می رسد و همچنین با شناسایی اثرات احتمالی این پدیده بر میزان عملکرد محصولات، تغییرات الگوی کشت و سود ناخالص کشاورزان پیش‌بینی شود تا برنامه‌ریزان بخش را در اتخاذ سیاست‌های مطلوب یاری رساند. در این مطالعه با توجه به اهمیت به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات کشاورزی و درآمد ناخالص زارعین در شهرستان فسا پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

شبکه عصبی مصنوعی

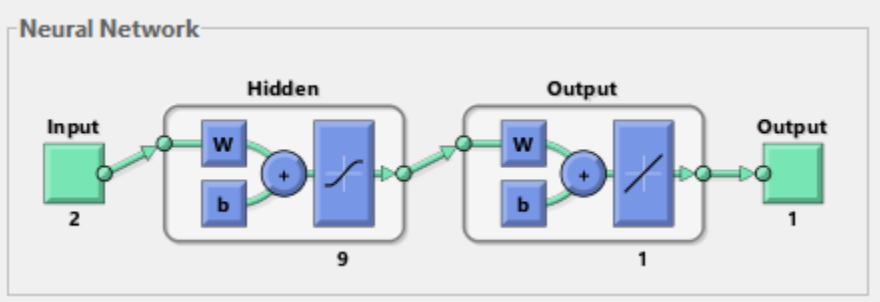
امروزه دیدگاه دیگری به موازات مدل‌های سری‌زمانی، در زمینه پیش‌بینی مطرح می‌باشد. برتری این روش‌ها که به شبکه‌های عصبی (*ANN*) معروف هستند، عدم نیاز به اعمال فرضیه‌های خاص در مورد رفتار متغیرها می‌باشد. پیش‌بینی عملکرد گیاهان در این مقاله با بهره گرفتن از این روش صورت گرفت.

مدل‌های شبکه عصبی به‌رغم تنوعشان از ساختار کلی مشابهی برخوردارند، یک شبکه عصبی مصنوعی معمولا از سه لایه تشکیل شده‌اند. لایه ورودی شامل واحدهایی به تعداد متغیرهای توضیحی مدل است. لایه میانی و خروجی شامل واحدهای پردازش اطلاعات هستند. در این واحدها، محاسبات بر روی اطلاعات ورودی صورت گرفته و نتیجه آن‌ها

به‌صورت یک ورودی جدید به واحدهای دیگر در لایه‌های بعدی ارسال می‌شود. مدل‌های شبکه عصبی پس انتشار خطا، از معروف‌ترین مدل‌های *ANN* به شمار می‌روند. نحوه عملکرد این مدل‌ها به این صورت است که پس از آنکه بردارهای داده‌ها و هدف به مدل معرفی شدند، ضرایب ارتباطی بین واحدهای لایه‌های ورودی، میانی و خروجی به طور تصادفی تعیین می‌شوند. سپس مدل با پردازش داده‌های هر واحد و ارسال آنها به واحدهای جلوتر، مقادیر بردار ستاده‌ها را محاسبه می‌کند. در این مرحله مقادیر محاسبه شده (ستاده‌ها) با مقادیر واقعی (هدف) مقایسه و مقدار خطا محاسبه می‌شود. اگر میزان خطا یا هر تابع دیگری از خطا با مقدار مطلوب آن که از قبل در نظر گرفته شده است متفاوت بود، به عقب برگشته و با تغییر ضرایب ارتباطی و تکرار مراحل قبلی مجددا ستاده‌های جدیدی محاسبه می‌شود. البته ضرایب ارتباطی طبق مکانیزم‌هایی که به مکانیزم‌های یادگیری موسومند، در جهتی تغییر می‌کنند که خطا یعنی همان تفاوت بین ستاده‌ها و هدف کمتر و کمتر شود. این جریان یادگیری ادامه می‌یابد تا آنجا که خطا به میزان مورد نظر برسد (جلایی و ستاری، ۱۳۹۰). مرحله اول در طراحی شبکه عصبی مصنوعی تعیین تعداد نرون‌های لایه ورودی است. برای لایه ورودی شبکه دو نرون در نظر گرفته شد. مرحله دوم تعیین حجم نمونه برای بخش یادگیری و همچنین بخش آزمون است. حجم نمونه برای این منظور به دو قسمت تقسیم شد: دوره ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۶ جهت یادگیری و اعتبار مدل در نظر گرفته شد و دوره ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰ برای انجام آزمون استفاده گردید. مرحله سوم تعیین تعداد نرون‌های لایه‌های خروجی و میانی است. تعداد نرون‌های لایه خروجی در این پژوهش با توجه به این که متغیر هدف عملکرد محصولات زراعی شهرستان فسا است، برابر یک در نظر گرفته شد. تعداد نرون‌های لایه میانی از طریق روش آزمون و خطا مشخص شد. به

این صورت که برای این مدل نرون در لایه میانی تعبیه گردید. نمای شبکه طراحی شده به شکل زیر است:

در مرحله بعد یک سری پارامترها و عناصر درونی مدل مانند ضریب یادگیری، تعداد دفعات تکرار در مدل، مقدار خطای



شکل ۱. طراحی شبکه عصبی مصنوعی با متغیر خروجی عملکرد محصولات زراعی

پیش‌بینی مطلوب و هم‌چنین نوع توابع تبدیل در لایه‌های میانی و خروجی مشخص شد که در این زمینه تابع تانژانت سیگموئید[3] برای لایه میانی و تابع خطی برای لایه خروجی در نظر گرفته شد. سپس قاعده یادگیری شبکه عصبی مصنوعی مشخص می‌شود، که در این پژوهش جهت تسریع تولید نتایج از روش LM[4] استفاده شده است.

برنامه ریزی ریاضی مثبت

مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی یک ابزار مهم و با استفاده گسترده در تحلیل‌های کشاورزی و اقتصادی است و همچنان روش غالب در تجزیه و تحلیل‌های تولیدی و استفاده از منابع در کشاورزی می‌باشد (هاویت،۲۰۰۶). در این مطالعه برای دستیابی به الگوی کشت مناسب با توجه به تغییرات اقلیمی از مدل برنامه ریزی ریاضی مثبت (*PMP*) به همراه رهیافت حداکثر آنتروپی استفاده شده است. برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (*PMP*)، یک روش تحلیل تجربی است که از تمام اطلاعات موجود، فارغ از اینکه به چه میزان کمیاب هستند، استفاده می‌کند. این روش در وضعیتی که داده‌های سری زمانی اندکی در دسترس است، به ویژه در تحلیل‌های منطقه‌ای و بخشی کشورهای در حال توسعه مورد استفاده قرار می‌گیرد (آرفینی، ۲۰۰۳ و رهام و همکاران، ۲۰۰۳). روش برنامه‌ریزی مثبت به طور گسترده برای بررسی اثرات سیاست‌های مشترک کشاورزی *CAPRI*[5] در اتحادیه اروپا در سطوح مختلف منطقه‌ای، ملی و کل اتحادیه استفاده شده است (آرفینی و همکاران،۲۰۰۳ و پاریس و هاویت، ۱۹۹۸). تمامی این مطالعات حاکی از این است که این روش، یک روش مناسب برای تحلیل سیاست‌های کشاورزی است. اطلاعات مورد نیاز برای برآورد این الگوها اندک است. اهمیت این مسئله به ویژه در الگوسازی‌های منطقه‌ای که در آن اطلاعات قابل اندازه‌گیری محدودتر می‌باشد، بیشتر است. در این روش نیازی به استفاده از محدودیت‌های کالیبراسیون که می‌تواند قابلیت شبیه سازی الگو را تحت تأثیر قرار دهد، وجود ندارد. مزایای استفاده از الگوهای *PMP* تنها در ویژگی کالیبراسیون خودکار آنها نیست بلکه در توانایی آنها در پاسخ شفاف به گزینه‌های سیاستی مختلف نیز می‌باشد. ویژگی دیگر الگوی *PMP* این است که کالیبراسیون غیرخطی می‌تواند در هر سطحی از جمعی‌سازی اتفاق بیفتد (هاویت،۲۰۰۵). هاویت(۱۹۹۵) و پاریس و هاویت(۱۹۹۸) استفاده از روش *PMP* را در سه مرحله تخمین هزینه نهایی محصولات، تخمین تابع هزینه غیر خطی و در نهایت، تصریح الگوی کالیبره شده و کاربرد آن به منظور تحلیل سیاست‌ها، توضیح می‌دهند.

مرحله اول :*PMP* درمرحله نخست، با فرض حداکثرسازی بازده برنامه‌ای، الگوی اولیه به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$\begin{aligned} &Maximize && z = \sum_{i=1}^{n} p'x - c'x \\ &Subject\ to && Ax \le b \qquad [\lambda] \\ & && x \le x_0 + \varepsilon \qquad [\rho] \\ & && x \ge 0 \end{aligned} \qquad (۱)$$

2-Tansig function
3-Levernerg _ Margnurdt
4. Common Agricultural Policy Regional Impact Analysis

که در آن z ارزش تابع هدف، P بردار$(n\times1)$ قیمت‌های محصول، x بردار$(n\times1)$ غیر منفی از سطوح فعالیت‌های تولیدی، c بردار$(n\times1)$ از هزینه حسابداری هر واحد از فعالیت، A ماتریس $(m\times n)$ ضرایب فنی تولید (ضرایب در محدودیت‌های منابع)، b بردار $(m\times1)$ مقادیر منابع در دسترس، x_0 بردار$(n\times1)$ غیرمنفی از سطوح مشاهده شده فعالیت‌های تولیدی و ε بردار$(n\times1)$ از اعداد مثبت کوچک برای جلوگیری از وابستگی خطی بین محدودیت‌های ساختاری و محدودیت کالیبراسیون می‌باشد. λ بردار $(m\times1)$ از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های منابع و ρ بردار $(m\times1)$ از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های کالیبراسیون را نشان می‌دهد. گروه اول محدودیت‌ها در این مدل، محدودیت‌های مربوط به سایر نهاده‌های مورد استفاده در فرایند تولید محصولات زراعی شامل زمین، آب، نیروی کار، ماشین‌آلات، کودها و سموم شیمیایی می‌باشد. در این بین، با توجه به ارزش آب در کشاورزی و محدودیت این منبع مهم و حیاتی و وجود خشکسالی‌های متناوب و نیز با توجه به اهمیت زمان در مورد این منبع، جهت تخصیص بهینه آب، محدودیت آب به صورت ماهانه وارد الگو شده است (محسنی و زیبایی،۱۳۸۷).

با افزودن محدودیت‌های کالیبراسیون (سطوح مشاهده شده محصولات در سال پایه) به مجموعه محدودیت‌های منابع، یک الگوی برنامه‌ریزی خطی معمولی تشکیل می‌شود و با حل مدل LP[۶]، مقادیر دوگان مربوط به محدودیت‌های کالیبره (ρ) تعیین می‌گردند. این قیمت‌های سایه‌ای، مربوط به سطوح زیرکشت محصولات در سال پایه هستند و بنا بر مطالعات پاریس و هاویت (۱۹۹۸) و هاویت (۱۹۹۵)، این مقادیر دوگان هر نوع خطای تصریح الگو، خطای داده‌ها، خطای جمعی‌سازی، رفتار ریسک و انتظارات قیمت را تسخیر می‌کند. در کالیبراسیون یک تابع هزینه غیرخطی افزایشی، بردار دوگان (ρ) به عنوان بردار هزینه نهایی تفاضلی که همراه با بردار هزینه حسابداری فعالیت‌ها (c)، هزینه نهایی متغیر واقعی تولید بردار فعالیت مشاهده شده x_0 را مشخص می‌کند، تفسیر شده است (پاریس و هاویت،۱۹۹۸).

مرحله دوم *PMP*: در گام دوم ، از اطلاعات به دست آمده برای قیمت‌های سایه‌ای در مرحله اول، برای برآورد پارامترهای یک تابع هدف غیرخطی استفاده می‌شود. به طوری که سطوح فعالیت‌های مشاهده شده در دوره پایه توسط الگوی غیرخطی مذکور و بدون استفاده از محدودیت‌های کالیبراسیون اولیه، بازتولید می‌شود (هاویت،۱۹۹۵و پاریس،۲۰۰۱). در روش *PMP*، تابع هدف غیرخطی را می‌توان از طرف عرضه (هزینه) یا تقاضا (قیمت) یا ترکیبی از این دو تشکیل داد (هاویت،۲۰۰۵). در روش‌های مبتنی بر عرضه فرض می‌شود که توابع هزینه غیرخطی و عملکرد ثابت برای کالیبراسیون مدل به کار می‌رود. روش‌های مبتنی بر تقاضا زمانی مفید هستند که مدل به اندازه کافی در مقیاس بزرگ تعریف شده باشد تا تغییرات در مقدار محصول بتواند قیمت را تغییر دهد (بخشی،۱۳۹۰). در این مرحله، انواع مختلفی از توابع غیرخطی برای کالیبراسیون به کار می‌روند (هکلی،۲۰۰۲و پاریس و هاویت،۱۹۹۸). هاویت (۲۰۰۵) معتقد است که در روش *PMP* اغلب از توابع هزینه‌ای که از طریق داده‌ها و برآوردهای اقتصادسنجی به عنوان بهترین مدل غیرخطی معرفی شده باشند، استفاده می‌شود. فرم تابعی منتخب در بیشتر پژوهش‌ه ا(آرفینی و پاریس،۱۹۹۵؛ هی و همکاران،۲۰۰۶؛، هاویت ۱۹۹۵و

6 . Linear Programming

مدلین و همکاران،۲۰۰۹) فرم تابع درجه دوم است. دلیل ترجیح این فرم تابعی بر سایر فرم‌ها، خوش‌فرم بودن تابع هزینه درجه دوم (تابع هزینه نهایی درجه دوم برای هر فعالیت) و سادگی محاسبات و نبود دلیل قوی بر برتری سایر فرم‌های تابعی است(هکلی،۲۰۰۲ و کورتیگنانی و سورینی،۲۰۰۹). از این رو تابع هزینه درجه دوم به صورت زیر انتخاب می‌شود:

$$C^V(X) = dx + \frac{X'Q\,X}{2} \qquad (۲)$$

که در این تابع d بردار $(n\times n)$ از پارامترهای جزء خطی تابع هزینه و Q ماتریس مثبت، نیمه معین و متقارن با ابعاد $(n\times n)$ از پارامترهای درجه دوم تابع هزینه می‌باشد.

بردار هزینه نهایی متغیر(MC_V) مربوط به تابع هزینه فوق، برابر با مجموع بردار هزینه حسابداری c و بردار هزینه نهایی تفاضلی ρ است:

$$\mathrm{MC_V} = \mathrm{d} + \mathrm{Q\,X} = \mathrm{c} + \rho \qquad (۳)$$

این رابطه که حاصل مشتق‌گیری شرایط مرتبه اول $\frac{\partial C(X)}{\partial X}$ است، یک سیستم n معادلاتی به دست می‌دهد که دارای $[\mathrm{n(n+1)/2}]$ پارامتر می‌باشد، در حالی که تعداد مشاهدات بسیار اندک (c، $\mathrm{x_0}$ و ρ) است. این مسئله باعث می‌شود تا درجه آزادی این تخمین منفی شود و نتوان همه این پارامترها را تخمین زد. به چنین مسائلی که تعداد پارامترهایی که باید محاسبه شوند بیش از تعداد معادلات است، مسائل بد-وضعیت[1] گفته می‌شود (رهام و دابرت،۲۰۰۳). برای حل این سیستم معادلات، تعداد نامحدودی از مجموعه پارامترها وجود دارد که شرایط مورد نظر را برآورده می‌کنند و به کالیبراسیون مناسب مدل منجر می‌شوند اما هر مجوعه از این پارامترها عکس‌العمل‌های متفاوتی از بهره‌برداران را نتیجه می‌دهد (بخشی،۱۳۹۰). از این رو، واکنش عرضه هر محصول به ماتریس کامل وابسته است. به بیان دیگر، با توجه به اینکه نتایج مدل کالیبره شده به مشتق‌های مرتبه دوم تابع هدف بستگی دارد، می‌بایست که پارامترهای تابع هزینه یعنی بردار d و ماتریس Q به درستی برآورد شود.

مرحله سوم PMP : پس از تخمین پارامترهای تابع هزینه تولید درجه دوم $(\widehat{\mathrm{Q}})$ در مرحله دوم، در مرحله سوم تابع هزینه غیرخطی جایگزین جزء خطی هزینه متوسط در الگوی برنامه‌ریزی می‌شود:

$$\begin{aligned} &Maximize \quad z = \rho' X - \hat{d}' X - X'\hat{Q}\,X/2 \qquad (۴)\\ &Subject\ to:\\ &AX \le 0\\ &X \ge 0 \end{aligned}$$

ماتریس $\widehat{\mathrm{Q}}$ و بردار $\hat{d}$ پارامترهای کالیبره شده تابع هدف غیرخطی می‌باشند. مدل فوق، بدون نیاز به محدودیت کالیبراسیون و با استفاده از تابع هدف کالیبره شده محدودیت‌های منابع، به طور دقیق سطوح فعالیت سال پایه را بازتولید می‌کند و در

واقع همان مدل مورد استفاده برای شبیه‌سازی سناریوها (تغییرات در پارامترهای مورد نظر) می‌باشد (جهانگیرپور و همکاران، ۱۳۹۴).

مبنای تعریف سناریوها

یکی از فعالیت‌های اساسی برای کاهش اثرات ناگوار تغییرات اقلیمی، پیش‌بینی الگو و روند این تغییرات در دهه‌های آینده است. توسعه‌ی مدل گردش عمومی پیشرفت مهمی است که در ارتقاء چنین پیش‌بینی‌هایی صورت گرفته است. پیش‌بینی-های صورت گرفته از تراکم CO_2 در جو زمین در آینده، برمبنای فروض مختلفی از وسعت فعالیت‌های بین‌المللی برای مقابله با افزایش تراکم CO_2، متفاوت است. در بین مطالعات موجود، تنها پژوهشی که به پیش‌بینی اندازه‌ی تغییر اقلیم در استان فارس پرداخته، مطالعه روان و ناظم‌السادات (۱۳۹۰) می‌باشد، در مطالعه مذکور، پیش‌بینی تغییر اقلیم در قالب مدل *ECHAM5* و تحت دو سناریو، *20C3M* و *1PTO2X* برای دوره‌ی ۲۰۴۰-۲۰۱۱ به انجام رسید. پیش‌بینی‌ها از میزان انتشار CO_2 در هر سناریو به این شرح است: در سناریو اول، پیش‌بینی می‌شود که روند افزایش چگالی گازهای گلخانه‌ای روندی باشد که در قرن بیستم مشاهده شده است و در سناریو دوم، فرض می‌شود که از دوره‌ی پیش از انقلاب صنعتی، روند افزایش چگالی گازهای گلخانه‌ای با سرعت یک درصد در سال تا رسیدن آن به دو برابر ادامه پیدا می‌کند. یافته‌های پژوهش مذکور نشان‌گر افزایش دمای استان فارس در دوره‌ی ۲۰۴۰-۲۰۱۱ در مقایسه با دوره‌ی گذشته، به اندازه ۰/۵۵ درجه‌ی سانتی‌گراد (۱/۵ درصد) در سناریو اول و ۲/۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد (۱۳ درصد) در سناریو دوم می‌باشد. همچنین مقدار بارندگی برای دوره‌ی آینده، در سناریو اول ۴۴/۱۸ میلی‌متر (۱۳ درصد) کاهش و در سناریو دوم، ۶۹/۳۵ میلی‌متر (۲۰ درصد) افزایش خواهد یافت.

جدول ۱. سناریوهای اقلیمی

	دما	بارندگی
سناریو اول	۱/۵ درصد افزایش	۱۳ درصد کاهش
سناریو دوم	۲/۳۵ درصد افزایش	۲۰ درصد افزایش

نتایج

در این قسمت نتایج پیش‌بینی عملکرد محصولات در شهرستان فسا طبق سناریوهای تغییرات اقلیمی گزارش شده است و پس از آن برآورد الگوی *PMP* و اثر اعمال سناریوهای اقلیمی مختلف بر الگوی کشت این شهرستان‌ها ارائه شده است.

نتایج شبیه‌سازی سناریوهای تغییر اقلیم در پیش‌بینی عملکرد محصولات

در این قسمت به ارائه نتایج حاصل از پیش‌بینی عملکرد محصولات در شهرستان فسا نسبت به سال پایه ۱۳۹۰ پرداخته می‌شود. طبق نتایج بدست آمده در شهرستان فسا، در سناریو اول درصد تغییرات تمامی محصولات منفی است، در این

میان گوجه‌فرنگی و گندم به ترتیب با درصد تغییرات ۷/۰۱- و ۶/۹۸- درصد، بیشترین درصد تغییرات را نسبت به سایر محصولات در این سناریو داشته‌اند، جو و پنبه به ترتیب با درصد تغییرات ۴/۰۸- و ۵/۷۰- درصد، کمترین درصد تغییرات را نسبت به سایر محصولات دارا می‌باشند. در سناریو دوم درصد تغییرات تمامی محصولات مثبت است، از آن‌جایی که افزایش بارندگی به نوعی افزایش دسترسی به منابع آب را نشان می‌دهد بنابراین افزایش آن اثر مثبتی بر عملکرد محصولات دارد. طبق نتایج بدست آمده گوجه‌فرنگی با درصد تغییرات ۱۱/۲۰ درصد، بیشترین درصد تغییرات و جو با درصد تغییرات ۵/۷۹ درصد، کمترین درصد تغییرات را نسبت به سایر محصولات بخود اختصاص داده است (جدول ۲).

جدول ۲. پیش‌بینی عملکرد محصولات شهرستان فسا تحت سناریو اول و دوم

محصول	عملکرد محصولات (کیلوگرم/ هکتار)				
	سال پایه	سناریو اول	تغییرات (درصد)	سناریو دوم	تغییرات (درصد)
جو	۲۹۰۵/۲۷	۲۷۸۶/۴۸	-۴/۰۸	۳۰۷۳/۴۸	۵/۷۹
ذرت	۹۴۱۵/۹۲	۸۷۹۳/۷۲	-۶/۶۱	۱۰۲۲۵/۲۷	۸/۵۹
گندم	۳۵۷۰/۲۳	۳۳۲۰/۶۸	-۶/۹۸	۳۸۳۶/۱۶	۷/۴۵
گوجه فرنگی	۴۲۹۰۵/۴۲	۴۵۹۱۲/۶۵	-۷/۰۱	۴۷۷۱۱/۴۳	۱۱/۲۰
پنبه	۳۳۴۸/۱۷	۳۵۳۹/۰۴	-۵/۷۰	۳۶۳۰/۸۵	۸/۴۴
هندوانه	۲۸۷۳۹/۹۲	۲۶۹۳۹/۶۱	-۶/۲۶	۳۱۷۹۰/۷۶	۱۰/۶۱

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج شبیه‌سازی سناریوهای تغییر اقلیم در الگوی کشت محصولات

در این قسمت با توجه به تغییرات به‌وجود آمده در میزان عملکرد محصولات منتخب در اثر اعمال سناریوی اقلیمی و با استفاده از مدل *PMP*، میزان تغییرات سطح زیرکشت محصولات و سودناخالص کشاورزان در شهرستان فسا شبیه‌سازی گردید. نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی اثر سناریوها بر سطح زیر کشت محصولات مختلف در شهرستان فسا در جدول (۳) آمده است. همان‌گونه که مشاهده می‌کنید براساس سناریو اول، سطح زیر کشت محصولات گندم و گوجه‌فرنگی به ترتیب با درصد تغییرات ۳/۰۴۹- و ۳۰/۵۳۴- کاهش یافته است. بر طبق نتایج بدست آمده بر اساس شبکه عصبی مصنوعی با اعمال سناریو اول عملکرد محصول گوجه فرنگی و گندم بیش از سایر محصولات کاهش می‌یابد، این نتایج نشان از بالا بودن نیاز آبی گوجه فرنگی و گندم نسبت به سایر محصولات است، همانطور که انتظار می‌رفت با کاهش بارندگی آب در دسترس کاهش می‌یابد و این امر باعث می‌شود سطح زیر کشت این محصولات بیشترین حساسیت را داشته باشد. سطح زیر کشت محصولات جو، ذرت، هندوانه و پنبه افزایش یافته است. پنبه دارای نیاز آبی بالایی نسبت به سایر محصولات است اما این محصول بازده ناخالص بالاتری نسبت به سایر محصولات داراست بنابراین افزایش سطح زیر کشت این محصول اقتصادی می‌باشد. در سناریو دوم نیز سطح زیر کشت محصولات گوجه‌فرنگی و گندم کاهش یافته است، بیشترین تغییر سطح زیر کشت با درصد تغییرات ۲۱/۳۸۰- درصد مربوط به محصول گندم است در این حالت می‌توان گفت با افزایش بارندگی و افزایش آب در دسترس کشاورزی، کشاورزان به سمت کشت محصولاتی گرایش دارند که نیاز آبی بالاتر و دارای سود

بیشتری است بنابریان سطح زیر کشت گندم کاهش می‌یابد. از طرفی گوجه فرنگی با نیاز آبی بالا اما بازده ناخالص پایین‌تری نسبت به سایر محصولات دارد بنابراین سطح زیر کشت این محصول نیز با درصد تغییرات ۵/۳۹۲- کاهش می‌یابد. طبق جدول (۳) سطح زیر کشت محصول جو و ذرت و پنبه، هندوانه افزایش یافته است. ذرت دارای سود ناخالص بالایی و در عین حال نیاز آبی کمتر دارد و کشاورز تمایل به افزایش سطح زیر کشت این محصول با هدف افزایش سود خود می‌کند. بازده ناخالص با اعمال سناریو اول و دوم و افزایش یافته است. که این امر به علت توسعه سطح زیرکشت محصولات اقتصادی‌تر (پربازده‌تر) در الگوی کشت منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

جدول ۳. تغییرات سطح زیر کشت شهرستان فسا نسبت به سال پایه در سناریو اول و دوم

محصول	سطح زیرکشت (هکتار)				
	سال پایه	سناریوی اول	تغییرات (درصد)	سناریوی دوم	تغییرات (درصد)
جو	۱۳۳۱	۱۴۱۱/۸۴۷	۶/۰۷۴	۱۶۱۵/۹۰۸	۲۱/۴۰۶
ذرت	۸۴۶۵	۹۰۱۵/۰۵۴	۶/۴۹۸	۱۰۳۰۲/۸۸۷	۲۱/۷۱۲
گندم	۱۴۴۴۰	۱۰۰۳۰/۸۲	-۳۰/۵۳۴	۱۱۳۵۲/۶۶۷	-۲۱/۳۸۰
گوجه فرنگی	۶۷۲	۶۵۱/۵۰۹	-۳/۰۴۹	۶۳۵/۷۶۷	-۵/۳۹۲
هندوانه	۱۶۳۰	۱۶۷۵/۶۸۰	۲/۸۰۲	۱۶۷۵/۲۹۱	۲/۷۷۹
پنبه	۴۷۴	۵۱۲/۵۳۹	۸/۱۱۰	۵۱۸/۷۶۱	۹/۴۴۳
کل	۲۷۰۱۲	۲۳۲۹۷/۳۴۹	-۱۳/۷۵۲	۲۶۱۰۱/۲۷۹	-۳/۳۷۲
بازده ناخالص(میلیون ریال)	۲۰۵۲۱۰۰۰	۲۳۳۱۸۰۰۰	۱۱/۹۹	۳۰۷۶۴۰۰۰	۳۱/۹۳

منبع: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به اینکه اقلیم جهانی در حال تغییر و گرمایش جهانی در حال وقوع است و این مسئله یکی از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی جهان است. بخش کشاورزی به‌عنوان آسیب‌پذیرترین بخش نسبت به تغییر اقلیم شناخته شده است. بررسی پیامدهای این اثرات می‌تواند برای آینده بخش کشاورزی هر کشوری مفید باشد. از آن‌جایی که در سال‌های اخیر بسیاری از مناطق با کاهش سطح آب زیرزمینی در نتیجه استفاده بی‌رویه از این منبع و عدم توجه به آب بازگشتی در سطح حوزه، با کمبود آب و خشکسالی روبرو بوده‌اند کارشناسان به‌دنبال جایگزینی برای کشت محصولات آب‌بر بوده تا از این طریق مصرف آب را در سطح کشاورزی کاهش دهند. از این رو مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر تغییر اقلیم بر الگوی کشت و سود ناخالص زارعین در شهرستان فسا انجام پذیرفت. بر همین اساس در این مطالعه به توسعه الگویی پرداخته شد که بتواند به بهترین شکل ممکن وضعیت منطقه مورد بررسی را به تصویر بکشد. بدین منظور ابتدا با بهره گرفتن از رهیافت شبکه عصبی مصنوعی که دارای درصد خطای پایین‌تری نسبت به سایر روش‌های پیش‌بینی است، به پیش‌بینی عملکرد محصولات مختلف در شهرستان فسا پرداخت و در ادامه از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به همراه رهیافت حداکثر

آنتروپی الگوی مورد نظر به منظور بررسی اثر تغییر اقلیم بر میزان تغییرات سطح زیرکشت محصولات زراعی عمده و سود ناخالص کشاورزان استفاده شد. در این الگو، با استفاده از شکل تابعی درجه دوم برای تابع هزینه، به بیشینه‌سازی تابع هدف نسبت به محدودیت‌های مختلف تولید پرداخته شد و پس از کالیبره شدن مدل، در دو سناریو تغییر اقلیم مورد نظر شبیه‌سازی شدند. با تعریف سناریوها و طبق پیش‌بینی‌های صورت گرفته در شبکه عصبی مصنوعی با اعمال سناریو اول که دما افزایش و بارندگی کاهش می‌یابد، در شهرستان فسا درصد تغییرات عملکرد محصولات منفی بوده است و با اعمال سناریو دوم که افزایش دما و بارندگی را در بردارد، درصد تغییرات عملکرد محصولات مثبت بوده است. این بخش از یافته‌های تحقیق در راستای یافته‌های مطالعه وستکات و همکاران (۲۰۰۵) می‌باشد، آن‌ها در تحقیق خود بیان داشتند که بارندگی رخ داده در ایالت‌های مختلف آمریکا، به‌خصوص در ماه جولای تا حد زیادی بر عملکرد محصول ذرت دانه‌ای موثر می‌باشند. نتایج حاصل از برنامه‌ریزی ریاضی مثبت حاکی از آن است که با اعمال سناریو اول و دوم در شهرستان مورد بررسی، درصد تغییر سطح زیر کشت محصولات با توجه به نیاز آبی و بازده ناخالص آن‌ها متفاوت است، بگونه‌ای که درصد تغییرات سطح زیرکشت محصولات گندم و گوجه‌فرنگی کاهش و محصولات جو و ذرت و پنبه، هندوانه افزایش یافته است. این بخش از یافته‌های تحقیق در راستای یافته‌های مطالعه سانچیس و فیجوبلو (۲۰۰۹)، آن‌ها در تحقیق خود به این نتیجه دست یافتند که اثرات تغییر اقلیم از نظر اقتصادی و محیطی منجر به کاهش سطح زیر کشت محصولات منتخب زراعی در الگوی کشت شده است و اثرات منفی بر میزان عملکرد محصولات داشته است. نتایج بدست آمده از تحقیق واثقی و اسماعیلی (۱۳۸۷)، نیز در زمینه اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد محصول گندم در کشور همسو با یافته‌های تحقیق حاضر بوده و نشان داد که افزایش دما و کاهش بارندگی در دهه‌های آتی بر سطح زیرکشت و بازده خالص درآمدی حاصل از محصول گندم اثر منفی دارد. افزون بر این نتایج نشان داد که با اعمال سناریوی اول و دوم سود ناخالص کشاورزان شهرستان فسا نسبت به سال پایه (۱۳۹۰) به ترتیب به میزان۱۱/۹۹و ۳۱/۹۳ درصد افزایش می‌یابد که این امر به علت توسعه سطح زیر کشت محصولات اقتصادی‌تر در الگوی کشت منطقه می‌باشد. به‌طور کلی، با توجه به وقوع تغییر اقلیم جهت برنامه‌ریزی برای افزایش میزان تولید محصولات کشاورزی در شهرستان فسا پیشنهاد می‌شود که ابتدا به عامل بهبود عملکرد در واحد سطح پرداخته شود و توسعه سطح زیر کشت محصولاتی چون جو و ذرت و پنبه در اولویت بعدی قرار گیرد، چرا که توسعه سطح زیر کشت این محصولات به واسطه حمایت‌های دولت اگرچه می‌تواند انگیزه‌های زارعین را برای بهبود عملکرد افزایش دهد، اما منجر به کاهش سطح زیرکشت محصول رقیب گندم خواهد شد که این امر بازار مصرف را در کوتاه‌مدت با مشکلات عدیده‌ای مواجه خواهد نمود.

منابع

۱. آبابایی، ب. سهرابی، ت. میرزایی، ف. رضاوردی‌نژاد، و. کریمی، ب. (۱۳۸۹)، اثر تغییر اقلیم بر عملکرد گندم و تحلیل ریسک ناشی از آن (مطالعه موردی: منطقه رودشت اصفهان). مجله دانش آب و خاک، جلد ۲۰/۱ شماره ۳: ۱۵۰-۱۳۵.

۲. بخشی، ع. دانشور کاخکی، م. و مقدسی، ر. (۱۳۹۰)، کاربرد مدل برنامه‌ریزی مثبت به منظور تحلیل اثرات سیاست‌های جایگزین قیمت‌گذاری آب در مشهد. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی(علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، (۳): ۲۹۴-۲۸۴.

۳. پرهیزکاری، ا. مظفری، م. حسینی خدادادی، م. (۱۳۹۳)، تحلیل اقتصادی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد گندم آبی در حوضه آبخیز شاهرود. پژوهش‌نامه کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۱۸: ۱۰۰-۸۸.

۴. پرهیزکار، ا. صبوحی، م. ضیایی، س. (۱۳۹۲)، شبیه‌سازی بازار آب و تحلیل اثرات سیاست اشتراک‌گذاری آب آبیاری بر الگوی کشت تحت شرایط کم‌آبی. مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی، شماره ۲۷: ۲۵۲- ۲۴۲.

۵. تقدسیان، ح. میناپور، س. (۱۳۸۲)، تغییرات آب‌و هوا و آنچه باید بدانیم. انتشارات مرکز تحقیقات زیست‌محیطی سازمان حفاظت محیط‌زیست، دفتر طرح ملی آب‌و هوا، تهران، ۴۷ صفحه.

۶. جلایی، عبدالمجید و امید ستاری (۱۳۹۰)، بررسی و پیش‌بینی اثر جهانی‌شدن اقتصاد بر توزیع درآمد در جامعه شهری ایران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، شماره ۴، ص ۱۱۷-۱۴۵.

۷. جهانگیرپور، د. پیکانی، غ. حسینی، ص. رفیعی، ح. اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی بر الگوی کشت زراعی؛ کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) (مطالعه موردی: حوضه آبریز مهارلو-بختگان). مجله اقتصاد کشاورزی، جلد ۹، شماره ۳: ۸۴-۶۳.

۸. روان، و. ناظم‌السادات، م. (۱۳۹۰)، پیش‌بینی نوسان‌های دما و بارش در پهنه مرکزی استان فارس برای دوره زمانی ۲۰۴۰-۲۰۱۱ با کاربرد شبیه ECHAM5. مجله‌ی مهندسی منابع آب. سال چهارم: ۶۲-۵۱.

۹. شریفیان، ح. حبیبی، ع. (۱۳۹۰)، بررسی اثر تغییر اقلیم بر روند تغییرات منابع آب سطحی در بخشی از حوزه استان گلستان. اولین همایش ملی چالش‌های منابع آب و کشاورزی.

۱۰. واثقی، ا. اسماعیلی، ع. (۱۳۸۶)، اثرات تغییر اقلیم بر رانت زمین کشاورزی: مطالعه موردی ذرت. مجله اقتصاد و کشاورزی، شماره ۳: ۴۷-۶.

۱۱. محلاتی، م. کوچکی، ع. کمالی، غ. و مرعشی، ح. (۱۳۸۵)، بررسی اثرات تغییر اقلیم بر شاخص‌های اقلیمی کشاورزی ایران. مجله علوم و صنایع غذایی، جلد دوم، (۷): ۷۱-۸۲.

۱۲. محسنی، ا و زیبایی، م. (۱۳۸۷)، تحلیل پیامدهای افزایش سطح زیرکشت کلزا در دشت نمدان استان فارس: کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی مثبت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم، (۴۷،ب):-۷۸۴ ۷۷۳.

13. Arfini, F., Donati, M. and Paris , Q. (2003) A National PMP Model for Policy Evaluation in Agriculture Using Micro Data and Administrative Information. Paper Presented at the international conference Agricultural Policy Reform and The WTO: Where are we headin?, Capri, Italy.
14. Cortignani R. and Severini S. (2009) Modeling farm-level adoption of deficit irrigation using Positive Mathematical Programming. Agricultural Water Management. 96: 1785–1791
15. Howitt, R. (2006) Agricultural and Environmental Policy Models: Calibration, Estimation and Optimization.
16. Howitt, R. (1995) Positive Mathematical Progromming. American Journal of Agricultural Economics.77:329-342.
17. Howitt, R. (2005) Agricultural and Enviromental Policy Modls: alibration, Estimation, and Optimization. Dept. Of Agricultural and Resource Economics, University of California, Davis, USA.
18. Heckelei T. (2002) Calibration and Estimation of Programming Models for Agricultural Supply Analysis. Ph.D. Thesis, University of Bonn, Germany.
19. Medellin-Azuara J., Howitt R.E. Waller-Barrera C. Mendoza-Espinosa L.G. Lund J.R. and Taylor J.E (2009) A Calibrated Agricultural Water Demand Model for three Regions in Northern Baja California. Agrociencia. 43(2): 83-96.
20. Paris Q. and Howitt R.E. (1998) An analysis of ill-posed production problems using Maximum Entropy. American Journal of Agricultural Economics.80(1): 124-138.
21. Paris Q. (2001) Symmetric Positive Equilibrium Problem: A Framework for Rationalizing Economic Behavior with Limited Information. American Journal of Agricultural Economics. 83(4): 1049-1061.
22. Roham, O., Dabbert, S.(2003) Integrating Agri-Environmental Progroms into Regional production Models: an Extension of Positive Mathematical Progromming. American Journal of Agricultural Economics. 85(1):254-265.

Effects of Climate Change on Crop Pattern and Gross Profit of Farmers in Fasa

Abstract

In this paper, the effects of climate change on cropping pattern and gross margin of farmers in Fasa during the period of 1991-2011 as a result of applying two scenarios were considered. At first using artificial neural network and applying the first scenario, increasing the temperature - reducing rainfall and the second scenario, increasing the temperature - increasing the rainfall, the yield of various products was predicted and then using a positive planning, Crop pattern designed And changes in gross profit of farmers were calculated. Accordingly, the performance of products in Fasa, as a result respectively decreased and increased in the first and second scenarios. The results of the PMP model analysis showed that, the area under cultivation of wheat and tomatoes was increased with a percentage change of -3.049 and -30.534, in the first scenario and with a variation of 21.380 and -5.392 In the second scenario, and the level of cultivation of barley, corn, watermelon and cotton was increasing. Farmers' gross profit the base year (2011) respectively increased by 11.99% and 31.93% in the first and second scenarios. In the end, it is proposed to improve the performance on the unit level and to develop the cultivation of crops such as barley, corn and cotton in the next priority.

JEL classification: Q54

Keywords: Climate Change, Artificial Neural Network, Positive Mathmatical programming