تحلیل اقتصادی اثرات توسعه تکنولوژی و مکانیزاسیون بر تولید بخش کشاورزی استان قزوین

ابوذر پرهیزکاری*[۱]، محمود صبوحی[۱]

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۹/۰۵

چکیده

در مطالعه حاضر، به‌منظور بررسی اثرات توسعه تکنولوژی و مکانیزاسیون بر تولید بخش کشاورزی استان قزوین، ابتدا روند تغییرات مصرف کود و سموم شیمیایی و به‌کارگیری ماشین‌آلات طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۰-۱۳۷۰ مورد بررسی قرارگرفت. سپس با استفاده از تحلیل‌های رگرسیونی تاثیر تکنولوژی و مکانیزاسیون بر عملکرد محصولات عمده استان قزوین بررسی شد. در مرحله‌ی بعد، با لحاظ نمودن نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون در مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت[۲](PMP)، اثر سناریوی تلفیقی افزایش ۱۰٪ کود شیمیایی، کاهش ۱۵٪ سموم دفع آفات و افزایش ۲۰٪ ساعت کار ماشین‌آلات بر میزان عملکرد محصولات و سود ناخالص کشاورزان استان قزوین تجزیه و تحلیل شد. سناریوی تلفیقی فوق، با توجه به شرایط منطقه و حداکثر میزان تغییر نهاده‌ها در جهت افزایش سود ناخالص کشاورزان تعبیه شد. برای تخمین توابع و حل مدل PMP از نرم‌افزارهای Eviews و GAMS استفاده شد. نتایج نشان داد که به‌کارگیری مکانیزاسیون بر عملکرد کلیه‌ی محصولات منتخب استان قزوین اثر مثبت و معنی‌داری دارد. با اعمال سناریوی پیشنهادی نیز، سطح زیر کشت محصولات گندم و جو به میزان ۳/۵ و ۱/۶٪ نسبت به سال پایه کاهش یافت، اما سطح زیرکشت سایر محصولات الگو از ۲/۵٪ برای ذرت دانه‌ای تا ۱۲/۸٪ برای چغندر افزایش یافت. سود ناخالص کشاورزان نیز ۲۹/۷٪ نسبت به سال پایه افزایش یافت. در پایان با توجه به اثرات مثبت توسعه‌ی مکانیزاسیون و خرده‌پا بودن اغلب کشاورزان استان قزوین، حمایت دولت در قالب ارائه‌ی تسهیلات بانکی و وام‌های با نرخ بهره‌ی کم به کشاورزان، برای خرید و به‌کارگیری ماشین‌آلات و ادوات مکانیزه در بخش کشاورزی این استان پیشنهاد شد.

طبقه‌بندی *JEL*: *C61, Q16, Q33*

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، تکنولوژی، تحلیل رگرسیون، عملکرد محصولات، قزوین.

۱- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل.

* نویسنده‌ی مسئول مقاله: Abozar.parhizkari @yahoo.com

2. Positive Mathematical Programing

پیشگفتار

امروزه توسعه‌ی اقتصادی در هر کشوری علاوه بر پیشرفت بخش صنعتی، مستلزم افزایش میزان تولید در بخش کشاورزی می‌باشد. افزایش تولید در این بخش به‌طور عمده از دو طریق میسر می‌شود: ۱- افزایش سطح زیرکشت و به‌کارگیری بیشتر عوامل تولید در واحد سطح که این امر به‌علت محدودیت نهاده‌ها و منابع تولیدی غیرکارآمد تلقی می‌شود. ۲- به‌کارگیری روش‌های پیشرفته و استفاده از تکنولوژی مدرن جهت افزایش بهره‌وری و بازدهی عوامل تولید که این روش اغلب به‌علت هزینه‌های بالا و ضرورت وجود سرمایه‌ی کلان، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد(دبرتین و دیوید،۱۳۷۶). با نگرشی اجمالی به وضعیت کنونی کشاورزی در اغلب کشورهای دنیا، می‌توان دو نوع نظام کشاورزی را از یکدیگر متمایز نمود. یکی کشاورزی غیرکارآ که دارای قدرت تولید پایینی بوده و اغلب در کشورهای کمتر توسعه یافته و در حال توسعه مشاهده می‌شود و دیگری کشاورزی کارآ که دارای ظرفیت بالایی در امر تولید بوده و مختص کشورهای توسعه یافته می‌باشد. آنچه که سبب ایجاد تمایز بین این دو نظام کشاورزی شده، موضوع به‌کارگیری تکنولوژی، نحوه استفاده‌ی صحیح و بهینه از نهاده‌ها و متعاقبا روش‌های بهینه‌ی تولید در بخش کشاورزی می‌باشد(تهرانی و یزدانی،۱۳۷۲).

بخش کشاورزی برای تحقق ماموریت‌های خود از جمله تامین امنیت غذایی جامعه و ایفای نقش موثر در تقویت استقلال ملی، نیازمند گذر سریع از مرحله‌ی تولید معیشتی و سنتی به مرحله‌ی تولید صنعتی و تجاری است. در این راستا، مکانیزاسیون به مثابه رویکردی است که نیل بخش کشاورزی به مرحله‌ی تولید صنعتی و تجاری را ممکن می‌سازد. بنابراین ضرورت دارد تا با اتخاذ تدابیر کارشناسانه به توسعه‌ی آن در کشور پرداخته شود. از جمله مهم‌ترین مشکلات پیش‌روی توسعه‌ی مکانیزاسیون در بخش کشاورزی، عدم وجود یک برنامه‌ی منسجم و مدون عملیاتی در این بخش است. برای برنامه‌ریزی در این حوزه، تعیین مواردی از قبیل تعریف مکانیزاسیون، فرآیند و فراگرد توسعه، چالش‌ها، رسالت‌ها، اهدف بلندمدت توسعه و راهبردهای بهینه توسعه‌ی مکانیزاسیون کشاورزی امری ضروری می‌باشد(باقری و موذن،۱۳۸۶).

به‌طور کلی از میان روش‌های مختلفی که برای افزایش میزان تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح وجود دارد، افزایش سطح کاربری مکانیزاسیون و توسعه‌ی تکنولوژی‌های مدرن با مشکلات و محدودیت‌های زیادی مواجه می‌باشد(یامادا و سابورو،۱۹۹۴). بررسی پیشینه‌ی تدوین استراتژی برای توسعه و گسترش سطح مکانیزاسیون کشاورزی در کشورهای مختلف جهان نشان می‌دهد که دهه‌ی ۹۰ میلادی نقطه عطف توجه به این مقوله می‌باشد و نقش سازمان خواروبار جهانی(FAO)

در طراحی، برنامه‌ریزی، حمایت و پشتیبانی از طرح‌های راهبردی و اجرای برنامه‌های استراتژیک توسعه‌ی مکانیزاسیون به وضوح قابل ملاحظه است(سورنسن،۲۰۰۳).

امروزه اهمیت توسعه و کاربرد مکانیزاسیون برای استفاده‌ی بهینه از منابع محدود بخش کشاورزی و انجام به موقع عملیات زراعی تحت مطالعات فراوانی در اقصی نقاط دنیا مورد بررسی قرارگرفته است. از جمله‌ی این مطالعات می‌توان به مطالعه‌ی ادسلی و بویس(۱۹۷۴)، کلاین و همکاران(۱۹۸۹)، پارمر و همکاران(۱۹۹۶)، اکمن(۲۰۰۳)، سورنسن(۲۰۰۳) و براین استورمینگ (۲۰۰۷) اشاره کرد. مجموعه‌ی مطالعات فوق نشان می‌دهد که تخصیص بهینه‌ی ماشین‌آلات که خود بخش عمده‌ای از هزینه‌های بخش کشاورزی را شامل می‌شود، در سطح مزارع حائز اهمیت می‌باشد.

از مطالعات داخلی انجام‌شده در زمینه‌ی اثرات مکانیزاسیون بر تولید بخش کشاورزی نیز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

دهقانی فیروزآبادی(۱۳۸۷) در تحقیقی به‌منظور تحلیل اثرات مکانیزاسیون بر بخش کشاورزی در ایران از روش اقتصادسنجی استفاده کرد. نتایج نشان داد که توسعه‌ی اقتصادی بدون توسعه‌ی کشاورزی، امری تقریبا دشوار است و مکانیزاسیون کشاورزی با افزایش رشد اقتصادی ارتباط دارد. افزون بر این در این تحقیق با استفاده از روش اقتصادسنجی، رابطه‌ی تولید محصولات زراعی با متغیرهای مستقل نیروی مکانیکی ماشین‌آلات کشاورزی، سطح زیرکشت و میزان بارندگی توجیه شد. اما متغیرهای وام پرداختی دولت به کشاورزان و کود شیمیایی توجیه نشد. باقری و موذن(۱۳۸۶) در مطالعه‌ای با عنوان راهبرد بهینه برای توسعه‌ی مکانیزاسیون کشاورزی در ایران به بررسی چالش‌ها و مشکلات پیش‌روی مکانیزاسیون در این بخش پرداختند. نتایج نشان داد که مهم‌ترین چالش‌های فراروی توسعه‌ی مکانیزاسیون کشاورزی در کشور در چهار گروه چالش‌های اجتماعی، اقتصادی، فنی و برنامه‌ریزی و مدیریتی قابل طبقه‌بندی می‌باشند. توانمندسازی تولیدکنندگان و کاروران ادوات و ماشین‌های کشاورزی از طریق ارتقای دانش و بهبود مهارت‌های فنی، توسعه‌ی بینش اقتصادی، ایجاد و توسعه‌ی تشکل‌های صنفی، تقویت بنیه‌ی مالی، کاهش صدمات و ضایعات جسمی به‌عنوان راهبرد بهینه در این تحقیق مطرح شد. نظرداد(۱۳۸۹) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات مکانیزاسیون بر میزان عملکرد و ضایعات محصول برنج در مناطق شالیزاری شهرستان ساری پرداخت. نتایج نشان داد که عملکرد محصول برنج در مزارع سنتی ۴/۸ و در مزارع مکانیزه ۵/۵ تن در هکتار است و هزینه‌ی ضایعات در واحد سطح مزارع مکانیزه و سنتی به‌ترتیب ۱۶۳۸۹۹۸ و ۳۳۵۲۰۳۹ ریال می‌باشد. افزایش عملکرد محصول در مزارع مکانیزه نسبت به مزارع سنتی تحت تاثیر مکانیزاسیون کشاورزی و کاربرد ارقام پرمحصول در سطوح وسیع‌تر

می‌باشد. کاهش ضایعات محصول در مزارع مکانیزه نیز تا حدودی تحت تاثیر مکانیزاسیون بوده و به افزایش عملکرد محصول منجر خواهد شد. حبیبی و انصاری دوست(۱۳۹۲) در مطالعه‌ای با بهره‌گیری از یک روش توصیفی- تحلیلی به بررسی اثرات مکانیزاسیون در رسیدن به کشاورزی پایدار در کشور پرداختند. نتایج نشان داد که ارتقای سطح فعالیت‌های کشاورزی و رسیدن به پایداری در این بخش تا حد زیادی مستلزم توسعه و گسترش مکانیزاسیون می‌باشد.

در سال‌های اخیر علی‌رغم پیشرفت تکنولوژی و به‌کارگیری مکانیزاسیون در بخش کشاورزی استان قزوین، هنوز هم در سطحی از مزارع این استان عملیات کاشت، داشت و برداشت محصولات زراعی با روش‌های سنتی و به‌صورت دستی صورت می‌گیرد. برداشت دستی محصولات سبب افزایش هزینه‌های تولید و عدم برداشت به موقع در زمان پیش‌بینی شده می‌شود. افزون بر این، مبارزه با آفات، جلوگیری از رشد علف‌های هرز و دفع بیماری‌های گیاهی نیز در برخی از نواحی استان با روش‌های سنتی و مکانیکی از قبیل شخم اولیه، دود دادن، سوزاندن بقایای گیاهی و غرقاب نمودن اراضی صورت می‌گیرد که علاوه بر اثربخشی کم این روش‌ها و عدم دفع کامل بیماری‌ها نیاز به زمان و نیروی‌کار زیادی دارد که در نهایت افزایش هزینه‌های تولید در بخش کشاورزی را به‌همراه خواهد داشت(جهاد کشاورزی استان قزوین،۱۳۹۰). بدین منظور بررسی میزان تاثیر روش‌های نوین مبارزه با آفات و بیماری‌ها(از قبیل مدیریت تلفیقی آفات، استفاده از سموم دفع آفات، مبارزه بیولوژیکی و استفاده از علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها) و به‌کارگیری ادوات و ماشین‌آلات مکانیزه(از قبیل تراکتور، کمباین، دیسک، نشاکار، بذرکار، کپه‌کار، بذرپاش، سمپاش و ماشین‌های چین) بر عملکرد محصولات زراعی استان قزوین امری ضروری و حائز اهمیت می‌باشد. برای دستیابی به اهداف فوق در این پژوهش، ابتدا روند تغییرات به‌کارگیری تکنولوژی و مکانیزاسیون در استان قزوین طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۰-۱۳۷۰ بررسی شد. سپس با تخمین توابع رگرسیونی میزان اثرپذیری عملکرد محصولات از کاربرد تکنولوژی و مکانیزاسیون در واحد سطح تعیین شد. در مرحله‌ی بعد، با لحاظ نمودن نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون در مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت(PMP)، اثر سناریوهای مختلف افزایش سطح تکنولوژی و مکانیزاسیون بر عملکرد محصولات و سود ناخالص کشاورزان استان قزوین تجزیه و تحلیل شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان قزوین در حوزه مرکزی ایران با مساحتی معادل ۱۵۸۲۱ کیلومتر مربع، بین ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه عرض

شمالی قرار دارد. از شمال با استان‌های مازندران و گیلان، از غرب با استان‌های همدان و زنجان، از جنوب با استان مرکزی و از شرق با استان تهران همجوار می‌باشد و به علت موقعیت منحصر به فرد دشت قزوین یکی از مناطق مستعد کشور برای تولید محصولات کشاورزی است(ناصری و همکاران، ۱۳۸۸). استان قزوین براساس آخرین تقسیمات کشوری شامل شهرستان‌های قزوین، آبیک، تاکستان، البرز و بوئین‌زهرا می‌باشد. سهم تخلیه‌ی بخش کشاورزی از آبخوان‌های این استان در حدود ۱۳۵۳ میلیون مترمکعب می‌باشد که حدود ۸۵۸ میلیون مترمکعب آن در بخش زراعی، برای تولید محصولات عمده‌ای چون گندم، جو، ذرت، کلزا، گوجه‌فرنگی، چغندر و یونجه مصرف می‌شود (پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹۱). شکل ۱ موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

تحلیل رگرسیونی با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی[1] (OLS)

در این بخش، با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی روند تغییر و معناداری متغیرهای کود، سموم شیمیایی و ساعت‌کار ماشین‌آلات و تاثیرات آنها بر متوسط عملکرد محصولات زراعی استان قزوین، طی دوره‌ی ۲۰ ساله(۱۳۹۰-۱۳۷۰) با استفاده از بسته نرم‌افزاری Eviews بررسی شد تا میزان تاثیرات و معنی‌داری هریک از متغیرهای فوق بر عملکرد محصولات منتخب(گندم، جو، ذرت، کلزا، چغندر، گوجه‌فرنگی و یونجه) محاسبه و تعیین شود. بر این اساس شکل کلی تابع عملکرد محصولات به صورت زیر تعریف شد(ابریشمی، ۱۳۸۳):

$$Y = f\left(M, A, E\right) \qquad (۱)$$

در معادله فوق،Y متوسط عملکرد محصول است که تابعی از متوسط ساعت کار ماشین‌آلات(M)، میزان متوسط مصرف کود شیمیایی(A) و میزان مصرف سموم شیمیایی(E) در هر هکتار می‌باشد. با توجه به داده‌های موجود برای نهاده‌های فوق، بهترین برازش براساس ناتورش(نااریب) بودن، سازگاری و عدم وجود همخطی بین متغیرها با استفاده از یک مدل اقتصادسنجی صورت می‌گیرد و بدین ترتیب یک رابطه‌ی معنی‌دار بین پارامترهای مدیریت تکنولوژی و میزان عملکرد در واحد سطح محصولات منتخب به‌دست می‌آید. این رابطه را می‌توان به‌صورت زیر نشان داد.

$$Y = Q(0) + Q(1)*A + Q(2)*M + Q(3)*E \left[R(1) = Q(4)\right] \qquad (۲)$$

رابطه‌ی ۲ بهترین برازش ممکن را براساس ناتورش(بدون اریب) بودن، سازگاری و عدم وجود همخطی بین متغیرهای توضیحی ساعت‌کار ماشین‌آلات(M)، مصرف کودهای شیمیایی(A)، مصرف سموم شیمیایی(E) و متغیر وابسته عملکرد محصول(Y) نشان می‌دهد. $Q(0), Q(1), Q(2), Q(3)$ و $Q(4)$ ضرایب تابع خودرگرسیونی ارائه شده در رابطه‌ی ۲ هستند (ابریشمی،۱۳۸۳). مراحل تخمین تابع عملکرد فوق برای هر محصول به‌صورت مجزا و با توجه به

1. Ordinary Least Squares (OLS)

میزان متوسط نهاده‌های ماشین‌آلات(ساعت‌کار در هکتار)، کود(کیلوگرم در هکتار) و سموم شیمیایی(لیتر در هکتار) طی دوره‌ی زمانی مورد نظر صورت گرفت و سپس اثر معنی‌داری هر یک از متغیرهای فوق بر میزان عملکرد محصولات منتخب بررسی شد. با توجه به تخمین رگرسیونی فوق و استفاده از داده‌های سری زمانی، مشاهدات پی‌درپی به هم وابسته می‌باشند و ایستایی سری‌های زمانی وجود همبستگی را اجتناب‌ناپذیر می‌کند(ابریشمی،۱۳۸۳). به‌همین منظور برای رفع خود همبستگی تابع تخمینی فوق از فرآیند خودرگرسیون مرتبه اول $R(1)$ استفاده شد. فرآیند خودرگرسیونی بیانگر این است که پیش‌بینی متغیر وابسته در زمان t، نسبتی از مقدار آن در زمان $(t-1)$، به‌علاوه یک شوک تصادفی یا جمله اخلال در زمان t است(نوفرستی،۱۳۷۸).

مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP)

نتیجه‌ی اعمال یک سیاست و اثرگذاری آن تا حد زیادی وابسته به نحوه‌ی عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به سیاست اعمال شده می‌باشد. عکس‌العمل بهره‌برداران نیز تحت تاثیر شرایط مزرعه، نگرش و ویژگی‌های فردی آنها قرار دارد. با توجه به اینکه امکان آزمون سیاست‌های مختلف در محیط آزمایشگاهی وجود ندارد، هر فرد سیاست‌گذار در بخش کشاورزی به‌دنبال آن است که بتواند با اطمینان بالایی از نتایج اجرای سیاست‌های مورد نظر و عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به آنها آگاه شود(هی و همکاران،۲۰۰۶). امروزه این امر به کمک مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت(PMP) فراهم شده است. به عبارت دیگر، پیش از آن که تصمیم به سیاست‌گذاری گرفته شود؛ شبیه‌سازی عکس‌العمل احتمالی کشاورزان از طریق برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، می‌تواند کمک موثری در جهت اتخاذ تصمیمات صحیح‌تر قلمداد شود(هوویت،۲۰۰۵). مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت(PMP) اولین بار توسط هوویت(۱۹۹۵) معرفی شد. این مدل جهت رفع کاستی‌ها و غلبه بر مشکلات موجود در مدل‌های برنامه‌ریزی هنجاری[1](NMP) توسعه یافت(صبوحی،۱۳۸۵). ایده‌ی کلی مدل PMP استفاده از اطلاعات موجود در متغیرهای دوگان[2] محدودیت‌های واسنجی است که جواب مساله‌ی برنامه‌ریزی خطی را به سطح فعالیت‌های موجود محدود می‌کند. در واقع مقادیر دوگان برای تصریح تابع هدف غیرخطی‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند که سطح فعالیت‌های مشاهده شده را مجددا از طریق جواب بهینه‌ی مساله برنامه‌ریزی جدیدی که فاقد محدودیت واسنجی است، بازسازی می‌کند(می‌یر و همکاران،۱۹۹۳).

1. Normative Mathematical Programming (NMP)
2. Dual Variable

واسنجی مدل PMP مورد استفاده در این مطالعه با توجه به تخمین کشش‌های جانشینی ثابت و براساس داده‌های ورودی در توابع تولید محصولات کشاورزی، با استفاده از بسته‌ی نرم‌افزاری GAMS در سه مرحله‌ی پیاپی صورت گرفت. در اینجا فرض بر این است که رفتار حداکثرسازی سود و شرایط تعادلی کوتاه‌مدت منجر به تخصیص منابع مطابق آنچه که در سال پایه مشاهده شده، می‌شود. به‌طورکلی مراحل سه‌گانه حل مدل PMP به شرح زیر می‌باشد.

مرحله‌ی اول: محاسبه‌ی قیمت‌های سایه‌ای با استفاده از برنامه‌ریزی خطی کمکی

این مرحله شامل حل یک مدل برنامه‌ریزی خطی، جهت حداکثرنمودن سود ناخالص کشاورزان با توجه به محدودیت‌های منابع و واسنجی می‌باشد. همچنین در این مرحله پس از حل مدل برنامه‌ریزی خطی مقادیر قیمت‌های سایه‌ای برای محدودیت‌های منابع و واسنجی به‌دست می‌آید (هوویت و همکاران،۲۰۱۲). شکل ریاضی این مرحله از واسنجی مدل PMP را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$Max\,\Pi = \sum_{i=1}^{7}\left(p_i Y_i - \sum_{j=1}^{5} a_{ji} c_{ji} \right) x_i \qquad (۳)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{7} a_{ij} x_i \le b_j \qquad \forall j = 1,2...,5 \qquad [\lambda_i^j] \qquad (۴)$$

$$x_i \le \tilde{x}_i + \varepsilon \qquad \forall i = 1,2,...,7 \qquad [\lambda_i^c] \qquad (۵)$$

$$x_i \ge 0 \qquad \forall i = 1,2,...,7 \qquad (۶)$$

رابطه‌ی ۳ به‌عنوان تابع هدف مدل برنامه‌ریزی خطی، شامل حداکثرکردن مجموع سود ناخالص کشاورزان می‌باشد. در این رابطه، Π مجموع سود ناخالص کشاورزان، i تعداد محصولات(گندم، جو، ذرت، کلزا، چغندر، گوجه‌فرنگی و یونجه) و j تعداد نهاده‌ها یا عوامل تولید(آب، زمین، سرمایه، نیروی‌کار و ماشین‌آلات) می‌باشد. p_i قیمت بازاری محصول i، Y_i عملکرد محصول i، C_{ji} هزینه نهاده j برای محصول i در واحد سطح (هکتار) و x_i سطح زیرکشت محصول i می‌باشد. a_{ij} بیانگر ضرایب لئونتیف است که نسبت استفاده‌ی هر عامل تولید به زمین را نشان می‌دهد و از رابطه $(a_{ij} = \tilde{x}_{ij} / \tilde{x}_{i,land})$ به‌دست می‌آید(مدلین آزورا و همکاران،۲۰۱۰).

رابطه (4) محدودیت منابع را نشان می‌دهد. b_j در این رابطه کل منابع دردسترس(آب، زمین، سرمایه، نیروی‌کار و ماشین‌آلات) برای تولید محصولات می‌باشد. رابطه‌ی ۵ محدودیت واسنجی مدل را نشان می‌دهد که در آن $\tilde{x}_i$ مقدار مشاهده شده فعالیت i در سال پایه و ε مقدار مثبت کوچکی را نشان می‌دهد(مدلین آزورا و همکاران،۲۰۱۱). اضافه‌کردن محدودیت واسنجی به مدل باعث می‌شود که جواب بهینه‌ی برنامه‌ریزی خطی دقیقا سطح فعالیت‌های مشاهده شده در سال پایه را به‌دست دهد(هکلی،۲۰۰۲). پس از حل مدل برنامه‌ریزی خطی برای تعیین قیمت سایه‌ای مجموعه محدودیت‌های مدل، مقادیر دوگان تعریف می‌شوند. λ_i^j در رابطه‌ی ۴ قیمت سایه‌ای محدودیت سیستمی و λ_i^c در رابطه‌ی ۵ قیمت سایه‌ای محدودیت واسنجی را نشان می‌دهد. رابطه‌ی ۶ نیز بیانگر محدودیت غیرمنفی بودن سطح فعالیت‌ها می‌باشد(هوویت و همکاران،۲۰۱۲).

مرحله‌ی دوم: تخمین تابع تولید با کشش جانشینی ثابت[1] (CES) و تابع هزینه‌ی نمایی (ECF)

در این مرحله پارامترهای بازده ثابت نسبت به مقیاس تابع تولید CES برای هر محصول به کمک روش توسعه یافته‌ی هوویت برآورد می‌شوند. تابع تولید CES این امکان را ایجاد می‌کند که یک نرخ جانشینی ثابت بین نهاده‌های تولید و ضرایب لئونتیف(با نسبتی ثابت) و ضرایب تابع کاب داگلاس(با جایگزینی واحد) به‌وجود آید(هوویت،۲۰۱۲). فرم کلی تابع تولید CES را می‌توان به‌صورت زیر نشان داد.

$$Y_i = \tau_i \left[\sum_j \beta_{ij} h_{ij}^{\rho_i} \right]^{\upsilon/\rho_i} \qquad (۷)$$

در این رابطه Y_i میزان تولید محصول i، h_{ij} عامل تولید j برای محصول i و τ_i پارامتر مقیاس است که به کمک رابطه (۱۲-۳) محاسبه می‌شود. β_{rij} پارامتر تولید است که نسبت استفاده از عوامل تولید را نشان می‌دهد. در واقع، این پارامتر سهم نهاده j برای تولید محصول i را نشان می‌دهد. ν ضریب بازده ثابت نسبت به مقیاس می‌باشد و تابع تولید CES مستلزم آن است که این ضریب برابر با یک شود. ρ_i متغیری است که بر حسب کشش عرضه محصولات (σ) تعریف می‌گردد و از رابطه $\rho_i = (\sigma - 1)/\sigma$ محاسبه می‌شود(مدلین آزورا، ۲۰۱۰). تابع تولید CES مورد استفاده در مطالعه‌ی حاضر با توجه به پنج نهاده‌ی زمین، آب، سرمایه، نیروی کار و ماشین‌آلات به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

$$Y_i = \tau_i \left[\beta_{i1} h_{i1}^{\rho_i} + \beta_{i2} h_{i2}^{\rho_i} + \beta_{i3} h_{i3}^{\rho_i} + \beta_{i4} h_{i4}^{\rho_i} + \beta_{i5} h_{i5}^{\rho_i} \right]^{\upsilon/\rho_i} \qquad (۸)$$

1. Constant Elasticity of Substitution (CES)

محدودیت اعمال شده توسط کشش جانشینی ثابت ایجاب می‌کند که ضریب بازده نسبت به مقیاس برابر با یک باشد($\nu = 1$). در نتیجه برای مجموع پارامترهای تابع تولید می‌توان نوشت.

$$\sum_{j=1}^{5} \beta_j = 1 \qquad (۹)$$

با استفاده از محدودیت تعریف شده در رابطه‌ی ۹ و نرخ نهایی جانشینی فنی[1](MRTS) می‌توان اولین پارامتر تابع تولید را به‌صورت زیر برآورد نمود.

$$\beta_1 = \frac{1}{1 + \frac{h_1^{(-1/\sigma)}}{c_1}\left(\sum_L \frac{c_L}{h_L^{(-1/\sigma)}}\right)} \qquad (۱۰)$$

در رابطه‌ی ۱۰، h_L عامل تولید Lام و C_Lهزینه عامل تولید Lام می‌باشد. برای تخمین سایر پارامترهای تابع تولید($L \neq 1$) نیز می‌توان از روش بالا استفاده کرد. در این صورت می‌توان نوشت:

$$\beta_L = \frac{1}{1 + \frac{h_1^{(-1/\sigma)}}{c_1}\left(\sum_L \frac{c_L}{h_L^{(-1/\sigma)}}\right)} \cdot \frac{c_L\, h_1^{-1/\sigma}}{c_1\, h_L^{-1/\sigma}} \qquad (۱۱)$$

با توجه به روابط ۱۰ و ۱۱ می‌توان به‌صورت زیر پارامتر β_L را بر حسب پارامتر β_1 نوشت:

$$\beta_L = \frac{c_L\, h_1^{(-1/\sigma)}}{c_1\, h_L^{(-1/\sigma)}} \cdot \beta_1 \qquad (۱۲)$$

حال با استفاده از تعریف تابع تولید CES، می‌توان پارامتر مقیاس برای هر محصول را محاسبه و هریک را در سطح پایه ارزیابی نمود(هوویت،۲۰۱۲). برای این منظور از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

$$\tau_i = \frac{\left(\frac{Y_i}{x_i}\right).\tilde{x}_i}{\left[\sum_{j=1}^{4} \beta_j h_j^{\rho}\right]^{\upsilon/\rho_i}} \qquad (۱۳)$$

برای تخمین تابع هزینه نمایی و محاسبه‌ی پارامترهای آن از تابع هزینه‌ی کل زمین استفاده می‌شود که شکل کلی آن به‌صورت زیر است:

1. Marginal Rate of Technical Substitution (MRTS)

$$TC_i(x_i) = \delta_i e^{\gamma_i x_i} \qquad \forall i = 1,2,...,7 \tag{۱۴}$$

در رابطه‌ی بالا، TC_i بیانگر هزینه‌ی کل زمین برای تولید محصول i، δ_i پارامتر رهگیری و γ_i پارامتر گاما است که تابعی از کشش عرضه محصول i می‌باشد(η_i). این پارامترها با رگرس کردن(بازگشت دادن) قیمت‌های سایه‌ای واسنجی شده بر مقادیر مشاهده شده‌ی سطح فعالیت‌ها به‌دست می‌آیند(مدلین آزورا،۲۰۱۰). روابط مربوط به پارامتر رهگیری و پارامتر گاما به‌صورت زیر تعریف می‌شوند.

$$\gamma_i = \frac{p_i}{\eta_i x_i} \qquad \forall i = 1,2,...,7 \tag{۱۵}$$

$$\delta_i = \frac{AC_{ij} + \lambda_i^{land}}{\gamma_i e^{\gamma_i x_i}} \qquad \forall i = 1,2,...,7 \tag{۱۶}$$

در رابطه‌ی فوق، AC_{ij} هزینه متوسط تولید محصول i با نهاده j و λ_i^{land} قیمت سایه‌ای نهاده زمین می‌باشد. توابع هزینه نمایی(لگاریتمی) در مقایسه با توابع هزینه‌ی خطی و غیرخطی برای ایجاد تناسب بین کشش‌های جانشینی از قابلیت بیشتری برخوردار می‌باشند و بدون اینکه هزینه‌ی نهایی تولید هر واحد از محصول افزایش یابد، این کار را انجام می‌دهند(هوویت و همکاران،۲۰۱۲).

مرحله‌ی سوم: تبیین مدل PMP واسنجی شده

در این مرحله که مرحله‌ی پایانی تبیین مدل PMP می‌باشد، تابع هدف واسنجی‌شده در یک مساله‌ی برنامه‌ریزی غیرخطی همراه با محدودیت‌های مدل(به استثناء محدودیت‌های واسنجی) شبیه به مرحله‌ی دوم حل می‌شود. در این حالت، مدل غیرخطی واسنجی‌شده سطوح فعالیت‌های مشاهده شده در سال پایه و مقادیر دوگان محدودیت‌های سیستمی را بازسازی می‌کند. برای مدل تجربی مورد استفاده در این مطالعه با استفاده از تابع هزینه‌نمایی واسنجی‌شده و محدودیت منابع (زمین، آب، سرمایه، نیروی‌کار و ماشین‌آلات)، مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به‌صورت روابط زیر ساخته شد.

$$Max\,\Pi = \sum_{i=1}^{7} \varphi_i P_i Y_i - \sum_{i=1}^{7} \delta_i e^{\gamma_i x_i} - \sum_{i=1}^{7} \sum_{j \neq land}^{5} \left(c_{ji} x_{ji} \right) \tag{۱۷}$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{7} x_i \leq A \tag{۱۸}$$

$$\sum_{i=1}^{7} w_i x_i \leq W \qquad (۱۹)$$

$$\sum_{i=1}^{7} k_i . x_i \leq TK \qquad (۲۰)$$

$$\sum_{i=1}^{7} La_i . x_i \leq TLa \qquad (۲۱)$$

$$\sum_{i=1}^{7} M_i . x_i \leq TM \qquad (۲۲)$$

$$x_i \geq 0 \quad \forall i = 1,2,...,7 \qquad (۲۳)$$

رابطه‌ی ۱۷ تابع هدف غیرخطی مدل می‌باشد. این تابع شامل تابع تولید منطقه‌ای، تابع هزینه نمایی برای نهاده‌ی زمین و تابع هزینه‌ی خطی برای نهاده‌های دیگر(آب، نیروی‌کار، ماشین‌آلات و سرمایه) است. در این رابطه Y_i تابع تولید محصول i می‌باشد که در رابطه‌ی ۸ مطرح شده است. φ_i میزان تغییرات عملکرد(Y_i) می‌باشد که در اثر تغییر در سطح تکنولوژی و مکانیزاسیون حاصل می‌شود. رابطه (۱۸) محدودیت سطح زیرکشت محصولات زراعی را نشان می‌دهد که در آن A کل سطح زیرکشت دردسترس است. رابطه ۱۹ محدودیت مربوط به نهاده آب است که در آن w_i نیاز آبی محصول i و W کل آب دردسترس در منطقه مورد مطالعه است. رابطه ۲۰ بیانگر محدودیت سرمایه است که در آن k_i ضریب فنی هزینه در واحد سطح محصول i و TK کل سرمایه دردسترس است. منظور از سرمایه مجموع نهاده‌های بذر، کود و سم می‌باشد که مقدر آن برحسب کیلوگرم در هکتار و ارزش آن برحسب ریال در هکتار بیان می‌شود. رابطه ۲۱ محدودیت نیروی‌کار را نشان می‌دهد. در این رابطه La_i نیروی‌کار مورد نیاز در تولید محصول i و TLa کل نیروی‌کار دردسترس در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. رابطه ۲۲ محدودیت مربوط به ماشین-آلات است که M_i در آن تعداد ساعت‌کار ماشین‌آلات مورد نیاز در تولید محصول i و TM کل ساعات کار ماشین‌آلات در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. رابطه ۲۳ نیز بیانگر غیرمنفی بودن

سطح فعالیت‌ها است. این محدودیت تضمین می‌کند که روش مورد استفاده از لحاظ فیزیکی امکان‌پذیر می‌باشد.

نتایج و بحث

میزان استفاده از مواد شیمیایی و ماشین‌آلات کشاورزی در استان قزوین

جداول ۱ و ۲ میزان استفاده از کود و سموم شیمیایی و جدول ۳ تعداد بهره‌برداری‌های استفاده‌کننده از ماشین‌آلات و ادوات کشاورزی را در سال پایه ۱۳۹۱ در استان قزوین نشان می‌دهد. با توجه به جداول ۱ و ۲ ملاحظه می‌شود که کشاورزان شهرستان بوئین‌زهرا و البرز با مصرف ۲۳۹۸۷ و ۵۷۸۴ تن کود و ۴۷۶۴ و ۲۳۸۲ لیتر سموم شیمیایی، به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان مصرف مواد شیمیایی در استان قزوین را به خود تعلق داده‌اند. شهرستان بوئین‌زهرا دارای بیشترین و شهرستان البرز دارای کمترین سطح زیرکشت در بین سایر شهرستان‌های استان قزوین می‌باشد.

با توجه به جدول ۴ ملاحظه می‌شود که کشاورزان شهرستان بوئین‌زهرا به علت وسعت کار کشاورزی بیشتر، نسبت به سایر شهرستان‌های استان قزوین از تعداد بیشتری ادوات کشاورزی (۸۴۴۶۷) استفاده می‌کنند. در حالی که کشاورزان شهرستان البرز با مساحت اراضی تحت کشت کمتر نسبت به سایر شهرستان‌ها، از ادوات کشاورزی کمتری(۱۷۱۱۶) بهره می‌گیرند. به‌طورکلی، تراکتور(به تعداد ۴۱۱۲۸)، گاوآهن تراکتوری(به تعداد ۳۸۴۴۵) و موتور پمپ‌های برقی و دیزلی (به تعداد ۳۰۹۷۹) بیشترین ادوات مورد استفاده در بخش کشاورزی استان قزوین می‌باشند.

روند تغییرات میزان مصرف مواد شیمیایی در اراضی استان قزوین طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۰- ۱۳۷۰

در مطالعه‌ی حاضر روند تغییرات مصرف مواد شیمیایی در بخش کشاورزی استان قزوین، در دو بخش مجزا یکی مصرف کودهای شیمیایی(ازته، فسفره و پتاسه) و دیگری مصرف سموم شیمیایی (آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و...) مورد بررسی قرار گرفت. نمودار ۱ روند تغییرات استفاده از کودهای شیمیایی در اراضی تحت کشت استان قزوین طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۰-۱۳۷۰ را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار و خط برازش تخمین زده شده، مشاهده می‌شود که مصرف کودهای شیمیایی در اراضی استان قزوین طی سال‌های اولیه و میانی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۰-۱۳۷۰ با نوساناتی کم همراه بوده و به‌طورکلی روندی صعودی را دارا می‌باشد. اما در سال‌های آخر دوره(از سال ۱۳۸۷ به بعد)، مصرف کودهای شیمیایی با روندی نزولی همراه می‌باشد. میزان R^2 تابع رگرسیونی تخمین زده شده با مقدار ۰/۹ نشان‌دهنده خوبی برازش است.

نمودار ۲ روند تغییرات استفاده از سموم شیمیایی(حشره‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و ...) در اراضی تحت کشت استان قزوین طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۰-۱۳۷۰ را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار و خط برازش تخمین زده شده، مشاهده می‌شود که میزان مصرف سموم شیمیایی در اراضی استان قزوین طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۰-۱۳۷۰ با تغییرات محسوسی همراه می‌باشد. در واقع نمودار ۲ نشان می‌دهد که میزان مصرف سموم شیمیایی در اراضی تحت کشت استان قزوین طی دوره‌ی مورد نظر به‌طورکلی با روندی نزولی همراه است. کاهش مصرف سموم شیمیایی در اواخر دوره‌ی ۱۳۹۰-۱۳۷۰، از یک‌سو به علت اثرات مخرب این سموم و مساله‌ی تهدید محیط‌زیست و از سوی دیگر حذف یارانه این‌گونه نهاده‌ها و چند برابر شدن قیمت آنها است که اغلب کشاورزان را برای خرید این نهاده‌ها با مشکل مواجه نموده است.

روند تغییرات به‌کارگیری مکانیزاسیون در اراضی استان قزوین طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۰ -۱۳۷۰

نمودار ۳ روند تغییرات استفاده از مکانیزاسیون و ادوات کشاورزی طی سال‌های ۱۳۹۰- ۱۳۷۰ در استان قزوین را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار و خط برازش رسم شده، مشاهده می‌شود که استفاده از ادوات کشاورزی در اراضی استان قزوین در حال افزایش می‌باشد. به عبارت دیگر، خط برازش بیان‌کننده‌ی یک روند صعودی است که نشان‌دهنده‌ی به‌کارگیری سطح بالاتری از مکانیزاسیون طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۰-۱۳۷۰ در استان قزوین می‌باشد. افزون بر آن، R^2 تابع رگرسیونی مربوط به مدیریت مکانیزاسیون با مقدار ۰/۹۴ نشان‌دهنده‌ی خوبی برازش است.

بررسی روند تغییرات تکنولوژی و مکانیزاسیون بر عملکرد محصولات منتخب استان قزوین

جدول ۴ نتایج حاصل از تخمین توابع عملکرد محصولات زراعی استان قزوین بر اساس سه متغیر میزان مصرف کود شیمایی(کیلوگرم در هکتار)، میزان مصرف سموم شیمیایی(لیتر در هکتار) و میزان به‌کارگیری مکانیزاسیون(ساعت کار در هکتار) با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول ملاحظه می‌شود که میزان مصرف کود شیمیایی در اراضی استان قزوین دارای اثر مثبت بر عملکرد کل محصولات، به‌جز کلزا می‌باشد. در واقع با افزایش هر واحد کود شیمیایی، عملکرد محصول کلزا به میزان ۰/۲۳ واحد کاهش می‌یابد. اثر منفی کود شیمیایی بر عملکرد محصول کلزا به‌علت مصرف بیش از نیاز این گیاه در هر هکتار از اراضی استان قزوین می‌باشد. افزون بر آن نتایج نشان می‌دهد که مصرف سموم شیمیایی بر عملکرد ذرت، چغندر و یونجه اثر منفی و بر عملکرد گندم، جو، کلزا و گوجه‌فرنگی اثر مثبت می‌گذارد. به‌کارگیری ماشین‌آلات و ادوات کشاورزی نیز بر عملکرد کل محصولات منتخب اثر مثبتی دارد.

با توجه به جدول ۴ میزان مصرف کود شیمیایی از لحاظ آماری، برای محصولات گندم، جو، چغندر، کلزا و یونجه در سطح ۵٪ و برای ذرت و گوجه‌فرنگی در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. میزان استفاده از سموم شیمیایی برای محصولات جو، ذرت، چغندر و یونجه در سطح ۵٪ و برای گندم و کلزا در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. به‌کارگیری مکانیزاسیون نیز برای ذرت و کلزا در سطح ۱٪ و برای سایر محصولات الگو در سطح ۵٪ معنی‌دار شد. قدرت توضیح‌دهندگی مدل برآورد شده نیز، تقریبا بالا بوده و مقدار $\overline{R}^2$ توابع عملکرد برآورد شده بر حسب سه متغیر توضیحی کود، سموم شیمیایی و مکانیزاسیون از ۰/۷۵ برای محصول گوجه‌فرنگی تا ۰/۸۷ برای محصول کلزا تغییر می‌کند. بالا بودن مقدار ضریب تعیین تعدیل شده ($\overline{R}^2$) پس از تخمین توابع عملکرد محصولات، حاکی از آن است که متغیرهای توضیحی فوق، توانسته‌اند درصد بالایی(۷۵ تا ۸۷٪) از تغییرات متغیر وابسته (عملکرد محصولات) را توضیح دهند. برای رفع خودهمبستگی در تخمین توابع رگرسیونی مربوط به عملکرد محصولات، از فرآیند خودرگرسیونی مرتبه اول $R(1)$ استفاده شد. فرآیند خودرگرسیونی بیانگر این است که پیش‌بینی متغیر وابسته در زمان t، نسبتی از مقدار آن در زمان ($t-1$) به‌علاوه یک شوک تصادفی یا جمله اخلال در زمان t است. با توجه به جدول ۴ مقدار این آماره برای گندم، جو، کلزا و یونجه در سطح ۱٪ و برای ذرت، چغندر و گوجه‌فرنگی در سطح ۵٪ معنی‌دار شد. آزمون F نیز معیار اندازه‌گیری معنی‌دار بودن کلی رگرسیون می‌باشد. با توجه به نتایج جدول ۴ برای کلیه‌ی محصولات، F محاسباتی بزرگ‌تر از F جدول است که نشان می‌دهد کل توابع رگرسیونی انجام شده معنی‌دار می‌باشند.

نتایج حاصل از واسنجی مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP)

تجزیه و تحلیل توابع رگرسیونی نشان داد که با یک واحد افزایش و یا کاهش در میزان مصرف کود، سموم شیمیایی و ماشین‌آلات در واحد سطح، عملکرد محصولات منتخب در استان قزوین به‌طور معناداری تغییر می‌کند. در مطالعه‌ی حاضر به‌منظور بررسی اثرات مدیریت مکانیزاسیون و مصرف کود و سموم شیمیایی بر عملکرد، سطح زیرکشت محصولات و سود ناخالص کشاورزان استان قزوین، سناریوی افزایش ۱۰٪ کود شیمیایی، کاهش ۱۵٪ سموم شیمیایی و افزایش ۲۰٪ ساعت کار ماشین‌آلات کشاورزی نسبت به سال پایه(۱۳۹۱)، به‌صورت توام در نظرگرفته شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول ۴ و اعمال سناریوی تلفیقی فوق، مشاهده می‌شود که عملکرد محصولات گندم، جو، ذرت، چغندر، کلزا، گوجه‌فرنگی و یونجه به‌ترتیب ۱۸/۴، ۲۱/۹، ۳۲/۲۶،۷/۵، ۱۵/۳، ۲۴ و ۱۱/۶٪ افزایش می‌یابد. با توجه به تغییرات به وجود آمده در میزان عملکرد محصولات و به‌کارگیری مدل PMP ارائه شده، می‌توان میزان تغییرات به‌وجود آمده در سطح زیرکشت

محصولات و سود ناخالص کشاورزان استان قزوین را بر اساس سناریوی اعمال شده شبیه‌سازی نمود. جدول ۵ نتایج حاصل از واسنجی مدل PMP را نشان می‌دهد.

با توجه به جدول ۵ ملاحظه می‌شود که پس از اعمال سناریوی تلفیقی ۱۰٪ افزایش کود شیمیایی، کاهش ۱۵٪ سموم شیمیایی و افزایش ۲۰٪ ساعت کار ماشین‌آلات، عملکرد کلیه‌ی محصولات منتخب استان قزوین افزایش می‌یابد. با افزایش عملکرد محصولات گندم و جو، سطح زیرکشت آنها به علت بازده اقتصادی کمتر نسبت به سایر محصولات الگو به‌ترتیب ۳/۵ و ۱/۶٪ کاهش یافته و از ۶۰۸۲۵ و ۳۰۴۰۰ هکتار در سال پایه به ۵۸۶۹۴ و ۲۹۹۱۳ هکتار می‌رسد. سطح زیرکشت سایر محصولات الگو با اعمال سناریوی فوق نسبت به سال پایه افزایش می‌یابد.

جدول ۶ میزان تغییرات سود ناخالص حاصل از هر هکتار محصولات منتخب و کل سود ناخالص استحصالی کشاورزان استان قزوین در سال پایه و پس از اعمال سناریوی تلفیقی ۱۰٪ افزایش کود شیمیایی، کاهش ۱۵٪ سموم شیمیایی و افزایش ۲۰٪ ساعت کار ماشین‌آلات را نشان می‌دهد.

با توجه به جدول ۶ ملاحظه می‌شود که پس از اعمال سناریوی مورد نظر، سود ناخالص حاصل از هر هکتار گندم، جو، ذرت و یونجه نسبت به سال پایه(۱۳۹۰) به‌ترتیب ۰/۳۲، ۰/۶۱، ۰/۳۴ و ۰/۷٪ افزایش می‌یابد. درحالی‌که با اعمال سناریوی فوق سود ناخالص حاصل از هر هکتار گوجه‌فرنگی، چغندر و کلزا به‌ترتیب ۴/۳، ۰/۶ و ۱۸/۹٪ نسبت به سال پایه کاهش می‌یابد. به‌طورکلی با اعمال سناریوی تلفیقی ۱۰٪ افزایش کود شیمیایی، کاهش ۱۵٪ سموم شیمیایی و افزایش ۲۰٪ ساعت کار ماشین‌آلات، کل سود ناخالص کشاورزان قزوین نسبت به سال پایه ۲۹/۷٪ افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف اصلی این مطالعه بررسی اثرات توسعه‌ی تکنولوژی و مکانیزاسیون بر عملکرد محصولات کشاورزی و سود ناخالص کشاورزان استان قزوین می‌باشد. بدین منظور در بخش اول این تحقیق از توابع رگرسیونی جهت بررسی روند تغییرات مصرف کود و سموم شیمیایی و به‌کارگیری مکانیزاسیون در بخش کشاورزی استان قزوین طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۰-۱۳۷۰ و در ادامه از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت(PMP) برای بررسی اثرات افزایش کود شیمیایی، کاهش سموم دفع آفات و افزایش سطح تکنولوژی به‌صورت تلفیقی بر عملکرد محصولات عمده‌ی استان قزوین استفاده شد. تخمین توابع رگرسیونی در محیط نرم‌افزاری Eviews و حل مدل PMP در محیط نرم‌افزاری GAMS، نسخه ۲۳/۹ صورت گرفت. نتایج تحلیل رگرسیون نشان داد که مصرف کود و سموم شیمیایی و به‌کارگیری مکانیزاسیون اثر معنی‌داری بر عملکرد محصولات منتخب استان قزوین دارد. نتایج حاصل از مدل PMP نیز نشان داد که پس از اعمال سناریوی تلفیقی ۱۰٪

افزایش کود شیمیایی، کاهش ۱۵٪ سموم شیمیایی و افزایش ۲۰٪ ساعت کار ماشین‌آلات نسبت به سال پایه(۱۳۹۱)، عملکرد کلیه‌ی محصولات منتخب استان قزوین افزایش می‌یابد. افزون بر آن نتایج نشان داد که با اعمال سناریوی پیشنهادی فوق و افزایش عملکرد محصولات منتخب، مجموع سود ناخالص کشاورزان این استان نسبت به سال پایه ۲۹/۷٪ افزایش می‌یابد.

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که اگرچه کاهش مصرف سموم و آفت‌کش‌ها و افزایش مصرف کودهای شیمیایی در سطح مزراع استان قزوین سبب کاهش عملکرد محصولاتی نظیر ذرت، چغندر، کلزا و یونجه می‌شود؛ اما افزایش سطح تکنولوژی و مکانیزاسیون افزایش عملکرد کلیه‌ی محصولات الگو را در پی دارد. لذا پیشنهاد می‌شود که علی‌رغم وجود محدودیت‌های مالی برای کشاورزان، تا حد امکان در مراحل کاشت، داشت و برداشت محصولات منتخب از ماشین‌آلات و ادوات پیشرفته استفاده شود. افزون بر آن، با توجه به خرده‌پا بودن اغلب کشاورزان استان قزوین، حمایت دولت در قالب ارائه تسهیلات بانکی و وام‌های با نرخ بهره کم به کشاورزان، برای خرید و به‌کارگیری ماشین‌آلات و ادوات مکانیزه در بخش کشاورزی این استان پیشنهاد می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع

۱. ابریشمی ح. ۱۳۸۳. مبانی اقتصادسنجی، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۴۳-۱۱.

۲. باقری ن. موذن ا. ع. ۱۳۸۶. راهبرد بهینه توسعه مکانیزاسیون کشاورزی در ایران. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، شهریور ۱۳۸۶.

۳. پرهیزکاری ا. صبوحی م. عسگری آ. بدیع ح. ۱۳۹۱. تعیین الگوی بهینه کشت در جهت پایداری منابع آب با در نظرگرفتن حداقل و حداکثر منابع موجود در منطقه. سومین کنفرانس مدیریت جامع منابع آب، دانشگاه ساری، دانشکده منابع طبیعی.

۴. تهرانی ک. یزدانی س. ۱۳۸۲. بررسی اقتصادی کاربرد نهاده‌ها در تولید پنبه، مطالعه موردی: منطقه گرمسار. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی، ۴(۱۳): ۴۱-۲۸.

۵. جهاد کشاورزی استان قزوین، سالنامه آماری سال ۹۱-۱۳۹۰.

۶. دبرتین و دیوید. ۱۳۷۶. اقتصاد تولید کشاورزی. ترجمه محمدقلی موسی‌نژاد و رضا نجف‌زاده، مؤسسه تحقیقات اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس.

۷. حبیبی ن. انصاری دوست.ش. ۱۳۹۲. اثرات مکانیزاسیون در رسیدن به کشاورزی پایدار. دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم.

۸. دهقانی فیروزآبادی. ۱۳۸۷. اثرات مکانیزاسیون(ماشینی شدن کشاورزی) بر کشاورزی ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته معارف اسلامی و اقتصاد، دانشگاه امام صادق(ع).

۹. صبوحی م. ۱۳۸۵. بهینه‌سازی الگوهای کشت با توجه به مزیت نسبی حوضه آبریز در تولید محصولات زراعی: مطالعه موردی استان خراسان. پایان نامه دکتری. دانشگاه شیراز.

۱۰. ناصری م. تقوی ف. زهرایی ب. ۱۳۸۸. رفتارشناسی مکانی- زمانی بارش در محدوده شهرستان قزوین با استفاده از روش توابع متعامد معمولی و فازی. مجله فیزیک زمین و فضا، ۳۷(۳): ۱۹۱-۲۰۳.

۱۱. نظرداد. ۱۳۸۹. اثر مکانیزاسیون کشاورزی بر میزان عملکرد و ضایعات محصول برنج، مطالعه موردی: شالی‌کاران شهرستان ساری. مجموعه مقالات برگزیده، سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۱۲. نوفرستی م. ۱۳۷۸. ریشه واحد و همجمعی در اقتصادسنجی. چاپ اول، انتشارات رسا.

۱۳. یامادا و سابارو. ۱۹۹۴. اندازه‌گیری و تحلیل بهره‌وری کشاورزی. معاونت طرح و برنامه وزارت کشاورزی، مرکز برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.

14. Audsley E, Boyce D. 1974. Use of weather uncertainty, compaction and timeliness in the election of optimum machinery

for autumn field work: a dynamic programming. Journal of Agricultural Engineering Research, 29(2): 141˚149.
15. Brainstorming W. 2007. Agricultural mechanization strategy, a review, Journal of Scientific Research and Development, 11(3): 63-79.
16. Ekman S. 2000. Tillage system selection: a mathematical programming model incorporating either variability. Journal of Agricultural Engineering Research, (77) 267˚276.
17. He L, Tyner W.E, Doukkali R. Siam G. 2006. Policy options to improve water allocation efficiency: analysis on Egypt and Morocco. Water International, 31, 320˚337.
18. Heckelei T. 2002. Calibration and estimation of programming models for agricultural supply analysis, University of Bonn: 159.
19. Howitt R.E. 2005. PMP based production models- development and integration. The future of rural Europe in the global agriculture food system, Denmark, August: 23-21.
20. Howitt R. E, Medellin-Azuara J, MacEwan D, Lund R. 2012. Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. Science of the Environmental Modeling and Software, 38: 244-258.
21. Kline D, Bender D, McCarl B. 1989. FINDS: farm-level intelligent decision support system. Applied Engineering in Agriculture, 5(2): 273˚282.
22. Medellan-Azuara J, Harou J.J, Howitt R.E. 2010. Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation, Science of the Total Environment, 408: 5639˚5648.
23. Meyer A. D, Tsui A. S, Hinings C. 1993. Configurationally approaches to organizational analysis. Academy of Management Journal, 36: 1175˚1195.
24. Parmar R. S, McClendon R. W, Potter W. D. 1996. Farm machines selection using simulation and genetic algorithms. Transactions of the ASAE, 39, 1905˚1909.
25. Sorensen C.G. 2003. Workability and machinery sizing for combine harvesting. Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development, 17(2): 23-36.

پیوست‌ها

جدول ۱- میزان مصرف کودهای شیمیایی در اراضی استان قزوین طی سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰(تن).

نوع کود / شهرستان	اوره	فسفات آمونیوم	نیترات آمونیوم	سوپرفسفات	سولفات پتاسیم	ماکرکامل	مجموع کود مصرفی
قزوین	۵۸۵۴	۳۲۴	۵۰	۳۲۲۶	۵۸۸	۱۵۱	۱۰۱۹۳
تاکستان	۷۶۷۳	۱۴۶۳	۴۲۴	۳۷۷۳	۱۰۹۲	۵۶۳	۱۴۹۸۸
بوئین‌زهرا	۱۶۶۶۸	۱۱۷۱	۱۸۹	۴۹۷۸	۷۵۰	۲۳۱	۲۳۹۸۷
آبیک	۶۸۰۲	۱۲۱۹	۱۸۶	۲۵۳۲	۱۱۶	۱۱۵	۱۰۹۷۰
البرز	۳۹۱۹	۷۰۹	۹۹	۸۴۹	۴۵	۱۶۳	۵۷۸۴

ماخذ: شرکت سهامی خدمات حمایتی کشاورزان استان قزوین، ۱۳۹۰

جدول ۲- میزان مصرف سموم شیمیایی در اراضی استان قزوین طی سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ (لیتر).

نوع سم / شهرستان	حشره‌کش	علف‌کش	قارچ‌کش	کنه‌کش	موش‌کش	سایر سموم	مجموع سم مصرفی
قزوین	۱۲۵۰	۹۳۰	۸۰۰	۶۵	۴۵	۷۵	۳۱۶۵
تاکستان	۱۷۵۰	۱۱۵۰	۷۳۰	۹۳	۷۳	۹۰	۳۸۸۶
بوئین‌زهرا	۲۱۴۰	۱۳۰۰	۱۰۰۰	۱۲۵	۸۴	۱۱۵	۴۷۶۴
آبیک	۱۵۶۰	۸۵۰	۶۸۰	۷۰	۳۷	۸۴	۳۲۸۱
البرز	۹۸۷	۷۸۰	۵۰۰	۲۸	۲۰	۶۷	۲۳۸۲

ماخذ: شرکت سهامی خدمات حمایتی کشاورزان استان قزوین، ۱۳۹۰

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۳- تعداد بهره‌برداری‌های استفاده‌کننده از ادوات کشاورزی در سال ۱۳۹۰ (استان قزوین).

شهرستان / ادوات کشاورزی	قزوین	تاکستان	بوئین‌زهرا	آبیک	البرز	مجموع
تراکتور	۱۴۵۳۰	۹۴۵۹	۱۱۲۹۰	۳۴۸۹	۲۳۶۰	۴۱۱۲۸
تیلر	۳۶۶۲	۶۹	۱۱۸	۳۴	۲۱	۳۹۰۹
کمباین	۳۲۰۷	۲۳۱۰	۴۲۵۸	۲۹۳۵	۳۵۸	۱۳۰۶۸
تریلر	۶۹۴۷	۵۵۵۶	۷۲۵۳	۱۶۴۲	۱۲۳۰	۲۲۶۲۸
دروگر	۸۴۷	۶۰۸	۱۴۶۳	۷۳	۴۵	۳۰۳۶
علف‌چین	۶۳۵	۵۸۵	۲۱۲۵	۵۱۷	۳۴۷	۴۲۰۹
ردیف‌کن	۳۵۹	۵۶۲	۲۲۳۹	۵۰۵	۳۸۴	۴۰۴۹
بسته‌بند	۱۲۲۸	۴۹۶	۲۲۱۲	۱۲۱۷	۲۸۶	۵۴۳۹
چاپر	۱۴۱	۱۱	۶۵	۶۳۱	۴۷	۸۹۵
خرمنکوب	۱۰۹۴۱	۵۴۱۴	۶۹۷۴	۳۵۹	۲۶۰	۲۳۴۴۸
گاو آهن	۱۳۰۳۱	۸۹۰۹	۱۰۴۵۴	۳۴۰۳	۲۶۴۸	۳۸۴۴۵
دیسک	۶۹۰۰	۵۷۲۸	۷۱۸۳	۳۲۴۰	۲۳۶۰	۲۵۴۱۱
فاروئر	۲۶۰۸	۱۴۶۴	۲۹۹۷	۳۰۱۶	۹۸۰	۱۱۰۶۵
نهرکن	۳۲۶۹	۴۳۹۲	۳۹۱۳	۳۱۴۹	۲۳۵۰	۱۷۰۷۳
کولتیواتور	۱۳۸۹	۴۱۳	۱۷۲۶	۱۶۰۷	۶۳۸	۵۷۷۳
کودپاش	۲۱۰۴	۴۵۰	۱۷۸۰	۲۹۶۰	۳۰۵	۷۵۹۹
سمپاش	۶۷۴۸	۵۴۳۷	۷۲۱۷	۳۹۷۰	۲۱۵۶	۲۵۵۲۸
موتور پمپ	۲۲۳۵	۱۶۳۴۰	۱۱۲۰۰	۸۶۳	۳۴۱	۳۰۹۷۹
مجموع	۸۰۷۸۱	۶۸۲۰۳	۸۴۴۶۷	۳۳۶۱۰	۱۷۱۱۶	۲۸۴۱۷۷

ماخذ: سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین، ۱۳۹۱

جدول ۴- اثر تغییرات تکنولوژی و مکانیزاسیون بر عملکرد محصولات منتخب استان قزوین.

متغیر	گندم	جو	ذرت	چغندر	کلزا	گوجه‌فرنگی	یونجه
عرض از مبدا	۱/۲۴	-۰/۱۶*	۲/۳۶	-۱/۱۸	۱/۷*	۰/۶۳	۴/۸**
کود شیمیایی	۰/۲۸**	۰/۶۵**	۰/۷۲***	۰/۴۶**	-۰/۲۳**	۰/۳۱***	۰/۸۳**
سموم شیمیایی	۰/۰۹***	۰/۱۴**	-۰/۰۵**	-۰/۱۳**	۰/۰۷***	۰/۴۵*	-۰/۲۰**
ماشین‌آلات	۰/۳۴**	۰/۴۰**	۰/۶۲***	۰/۲۸**	۰/۱۴***	۰/۶۰**	۰/۳۷**
$\overline{R}^2$	۰/۸۱	۰/۷۶	۰/۸۰	۰/۷۹	۰/۸۷	۰/۷۵	۰/۷۷
F	۴۱	۸۶	۴۴	۷۸	۳۹	۷۵	۴۸
R(۱)	۰/۵۹***	۰/۶۲***	۰/۷۰**	۰/۶۸**	۰/۶۱***	۰/۷۳**	۰/۵۷***

*، ** و ***: معنی‌دار در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۵- نتایج حاصل از واسنجی مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت در استان قزوین.

محصول	مقادیر سال پایه (۱۳۹۰) (هکتار)	سناریوی تلفیقی اعمال شده نسبت به سال پایه			درصد تغییرات عملکرد	تغییرات سطح زیرکشت (هکتار)	درصد تغییرات سطح زیرکشت
		افزایش کود شیمیایی (٪۱۰)	کاهش سموم شیمیایی (٪۱۵)	افزایش کار ماشین‌آلات (٪۲۰)			
گندم	۶۰۸۲۵	۴۷ کیلوگرم	۰/۶۰ لیتر	۵/۲ ساعت‌کار	۱۸/۴	۵۸۶۹۴	- ۳/۵
جو	۳۰۴۰۰	۴۳ کیلوگرم	۰/۵۵ لیتر	۴/۵ ساعت‌کار	۲۱/۹	۲۹۹۱۳	- ۱/۶
ذرت دانه‌ای	۷۳۸۰	۶۷ کیلوگرم	۰/۷۴ لیتر	۸/۰ ساعت‌کار	۲۶/۵	۷۵۶۳	۲/۵
گوجه‌فرنگی	۶۲۵۳	۶۴ کیلوگرم	۰/۸۰ لیتر	۶/۴ ساعت‌کار	۳۲/۷	۶۷۹۷	۸/۷
چغندر	۳۶۳۷	۴۰ کیلوگرم	۰/۵۱ لیتر	۷/۰ ساعت‌کار	۱۵/۳	۴۱۰۲	۱۲/۸
یونجه	۱۷۹۲۰	۴۸ کیلوگرم	۰/۶۳ لیتر	۶/۳ ساعت‌کار	۲۴/۰	۱۹۱۷۹	۷/۰
کلزا	۲۶۵۰	۳۷ کیلوگرم	۰/۴۸ لیتر	۵/۸ ساعت‌کار	۱۱/۶	۲۸۱۸	۶/۳

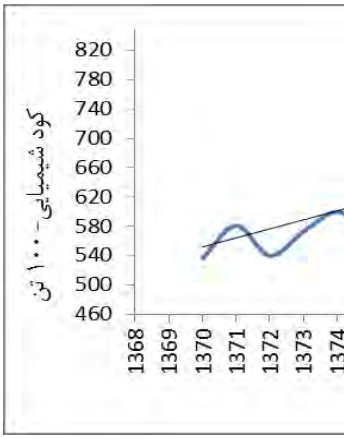
ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۶- میزان تغییرات سود ناخالص کشاورزان استان قزوین در سال پایه و پس از اعمال سناریوی تلفیقی.

محصول	سود ناخالص هر هکتار در سال پایه (۱۰۰ ریال)	سود ناخالص هر هکتار پس از اعمال سناریو (۱۰۰ ریال)	تغییرات سود ناخالص کشاورزان (درصد)
گندم	۱۷۷۹۲۰	۱۷۸۴۸۸	۰/۳۲
جو	۱۶۹۱۵۹	۱۷۰۱۵۹	۰/۶۱
ذرت دانه‌ای	۵۹۸۰۰۱	۶۰۰۰۵۱	۰/۳۴
گوجه‌فرنگی	۹۹۲۴۳۶	۹۴۹۶۲۸	- ۴/۳
چغندر	۹۴۰۶۶۶	۹۳۵۳۳۶	- ۰/۶
یونجه	۳۴۹۱۰۷	۳۵۱۵۷۴	۰/۷
کلزا	۶۴۳۰۹۷	۵۲۱۳۳۲	-۱۸/۹
سود ناخالص الگو	۳۷۹۴۵۲۹۹	۴۹۲۱۵۸۱۸	٪ ۲۹/۷

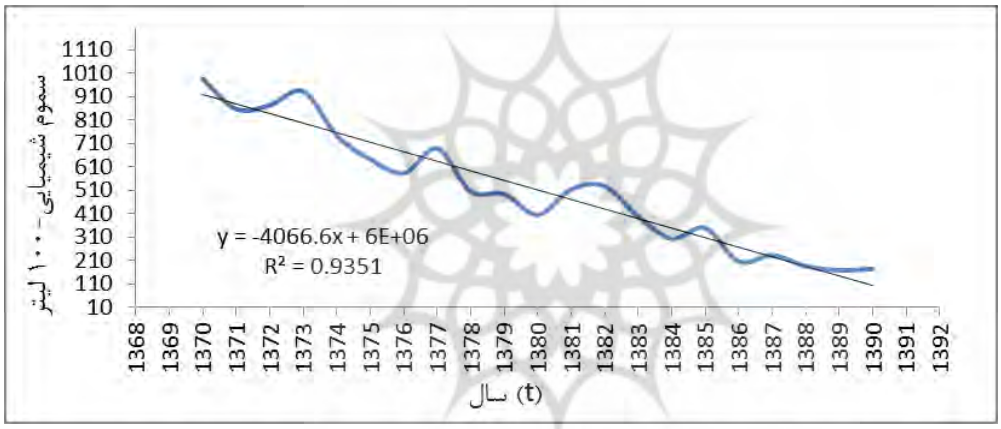
ماخذ: یافته‌های تحقیق

پرتال جامع علوم انسانی



ماخذ: یافته‌های تحقیق

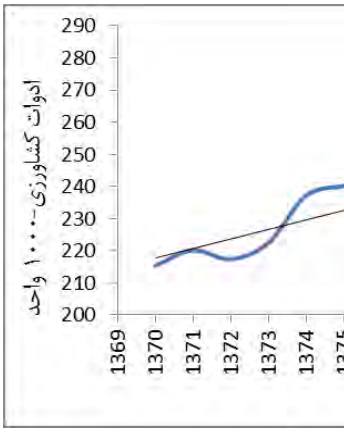
نمودار ۱- روند تغییرات میزان مصرف کودهای شیمیایی در استان قزوین طی دوره ۱۳۹۰- ۱۳۷۰.



ماخذ: یافته‌های تحقیق

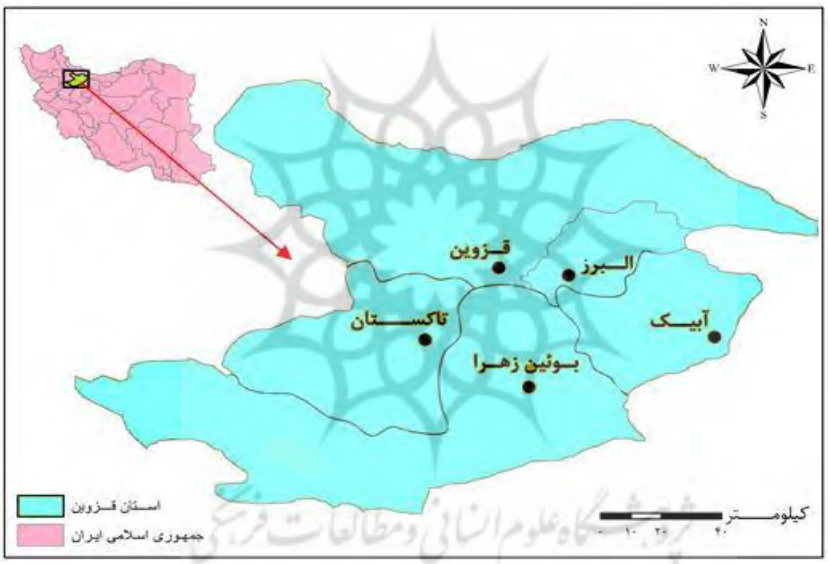
نمودار ۲- روند تغییرات میزان مصرف سموم شیمیایی در استان قزوین طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۷۰.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



ماخذ: یافته‌های تحقیق

نمودار ۳- روند بکارگیری مکانیزاسیون در بخش کشاورزی استان قزوین طی دوره ۱۳۹۰- ۱۳۷۰.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان قزوین (جهاد کشاورزی استان قزوین، ۱۳۹۰).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی