تعیین الگوی بهینه کشت با هدف حداقل‌سازی کود شیمیایی، مطالعه موردی: روستای کروا

فاطمه مجتهدی، سید ابوالقاسم مرتضوی[1]
fateme.mojtahedi87@yahoo.com

چکیده

کشاورزی به عنوان یکی از محورهای اساسی توسعه در کشورهای در حال توسعه، نقش مهمی در توسعه اقتصادی این کشورها دارد. یکی از موثرترین و در عین حال ساده‌ترین روش‌های کمی در مدیریت و تصمیم‌گیری بهینه‌سازی تولید می‌باشد. این کار با روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی صورت می‌گیرد. امروزه علاوه بر اهداف اقتصادی، اهمیت دادن به مسائل زیست‌محیطی نیز در کشاورزی مورد توجه می‌باشد. با توجه به اینکه طبق نظر کارشناسان جهادکشاورزی در ایران، مصرف کود و سموم شیمیایی در سطح بالایی می‌باشد، در این تحقیق به دنبال تعیین نوعی الگوی کشت در منطقه کروا برای دوره زمانی ۱۳۹۲- ۹۳ هستیم که علاوه بر در نظر گرفتن سود کشاورزان، میزان مصرف کود شیمیایی را به حداقل برساند. اطلاعات مورد استفاده از طریق تکمیل ۵۰ پرسشنامه در منطقه مورد بررسی بدست آمده‌است. به منظور دست‌یابی به اهداف تحقیق از روش برنامه‌ریزی خطی استفاده شده‌است و کلیه تخمین‌ها با استفاده از نرم‌افزار گمز صورت گرفته است. نتایج حاصل از حداقل‌سازی مصرف کود شیمیایی در منطقه نشان داد که تمامی محصولات بهاره در الگوی کشت جدید وارد شده به گونه‌ای که سطح زیر کشت برنج پر محصول افزایش و در مقابل سطح زیر کشت برنج مرغوب و سویا بهاره با کاهش همراه بود. همچنین از بین محصولات پاییزه تنها سویا در الگوی کشت جدید قرار گرفت.

طبقه‌بندی JEL: O13, Q5, Q

کلمات کلیدی: الگوی کشت، حداقل‌سازی کود شیمیایی، برنامه‌ریزی خطی، روستای ک

[1] به ترتیب دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

کشاورزی به عنوان یکی از محورهای اساسی توسعه در کشورهای در حال توسعه، نقش مهمی در توسعه اقتصادی این کشورها دارد. برای رسیدن به توسعه کشاورزی به سیاست‌ها و برنامه‌های مناسب و پذیرفتنی از سوی کشاورزان نیاز است(محمدی محمدی و ترکمانی، ۱۳۸۰).

محصولات کشاورزی در همه کشورهای دنیا دارای اهمیت است. به طوری که قبل از انقلاب صنعتی، سهم کالاهای کشاورزی در بین کالاهای قابل مبادله بسیار بود، اما بعد از وقوع انقلاب صنعتی، نسبت کالاهای صنعتی به محصولات کشاورزی در سطح جهان افزایش یافته است. از سوی دیگر در بسیاری کشورها به خصوص کشورهای در حال توسعه، سهم زیادی از فعالیت‌های اقتصادی در بخش کشاورزی تمرکز یافته‌است، بنابراین اقتصاد این کشورها متکی بر این بخش است. کمبود مواد غذایی و تولیدات کشاورزی از یک سو و رشد جمعیت از سوی دیگر لزوم توجه به بخش کشاورزی را در کشور شدیدا تاکید می‌نماید. با وجود اینکه امکانات تولید در کشور وجود دارد، همه ساله مقدار بسیار زیادی ارز برای خرید و واردات محصولات کشاورزی هزینه می‌شود(زاهدی‌کیوان، ۱۳۸۶).

امروزه علاوه بر اهداف اقتصادی، اهمیت دادن به مسائل زیست‌محیطی نیز در کشاورزی مورد توجه می‌باشد. استفاده از مواد آلی در تولید محصولات کشاورزی در بسیاری از مناطق بدون توجه به کیفیت و سودآوری، جایگزین مواد معدنی شده‌است(پینیتپاتون و همکاران، ۲۰۱۱). متاسفانه برای تولید کود نیاز به مقدار قابل توجهی سوخت‌های فسیلی است. به طوری که قیمت و استفاده از کودها در حال افزایش بوده درحالیکه که منابع مغذی در حال تهی شدن هستند(اوبورن و همکاران[1]، ۲۰۰۵، رادوک و همکاران[2]، ۲۰۰۳، اسمیت و همکاران[3]، ۲۰۰۹ و ویلالبا و همکاران[4]، ۲۰۰۸). همچنین اتحادیه اروپا قانون نظارت بر کاهش استفاده از مواد شیمیایی را برای حفاظت از گیاه با هدف کاهش خطر برای کشاورزان، مصرف‌کنندگان و محیط زیست در ارتباط با استفاده از آن‌ها برای کشورهای عضو اجباری کرده‌است(بی نام، ۲۰۰۹).

استفاده از سموم دفع آفات در ۵۰- ۶۰ سال گذشته تشدید شده، لذا سبب رشد بالای بازده محصولات شده‌است. چرا که در زمینه تولید فشرده، آفت‌کش‌ها تا حدودی خسارت مدیریت تولید محصول را جبران می‌کنند(هلند[5]، ۲۰۰۴ و سوان و

[1] Oborn et al
[2] Ruddock et al
[3] Smit et al
[4] Vilalba et al
[5] Holland

همکاران[1]، ۲۰۱۲). استفاده از آفت‌کش‌ها برای رسیدن به کشاورزی پایدار باید کاهش یابد. در نظام‌های زراعی با مصرف کم نهاده از ارقام مقاوم استفاده می‌شود که عملکرد خود را در مقابل آفات حفظ نمایند(گوزم و همکاران[2]، ۲۰۱۰).

همچنین طبق نظر کارشناسان جهادکشاورزی در ایران، مصرف کود و سموم شیمیایی در سطح بالایی می‌باشد. از آنجاییکه استفاده بیش از حد از سموم و کودهای شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست تاثیر منفی دارد، در این تحقیق به دنبال تعیین نوعی الگوی کشت هستیم که علاوه بر در نظر گرفتن سود کشاورزان، میزان مصرف کود شیمیایی را در منطقه به حداقل برساند.

مطالعات متعددی در داخل و خارج در زمینه کاربرد برنامه‌ریزی صورت گرفته‌است: رحیمی‌کیا و همکاران(۱۳۹۱) در مطالعه خود به تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی آبی مزرعه نمونه شرکت سهامی زراعی خضری پرداختند. نتایج داد امکانات بالقوه و بالفعل برای بهبود دسترسی به اهداف مدیریت بخش کشاورزی در مزرعه مورد مطالعه وجود دارد، بطوریکه مقادیر بهینه الگوی کشت برای محصولات مختلف زراعی شامل جو، گندم، یونجه، چغندر قند، ذرت و پیشنهاد جدید مدل و خربزه می‌توانند به طور متوسط در آمد ناخالص مزرعه را به ازاء هر هکتار تا مبلغ ۶۰۷۹۶۰۹ ریال افزایش دهد. صالح و همکاران(۱۳۸۶) در مطالعه خود به تعیین الگوی بهینه کشت وتخصیص منابع کمیاب از جمله آب با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی پرداختند. نتایج نشان می‌دهد کشاورزان از منابع موجود استفاده بهینه نکرده‌اند. همچنین چنانچه محدودیت‌های منطقه از جمله آب کاهش یابد، امکان افزایش سطح زیرکشت و افزایش سودآوری وجود دارد. عبدالعزیز و همکاران[3](۲۰۱۲) از تکنیک برنامه‌ریزی خطی برای آزمون الگوی بهینه کشت استفاده کردند. در این مطالعه محدودیت‌های افزایش درآمد مزرعه در ایالت دافور از طریق بررسی وضعیت فعلی تولید محصول مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، الگوی کشت کشاورزان با الگوی بهینه تفاوت دارد. الهاری و ادریس[4](۲۰۰۹) به تعیین الگوی بهینه کشت و تخصیص منابع برای مزارع کشور سودان با به کارگیری روش برنامه‌ریزی خطی پرداختند. طبق نتایج بهبود فناوری در مدل بهینه، درآمد خالص بالاتری را نسبت به مدل اولیه حاصل می‌کند. دانشور کاخکی و همکاران(۲۰۰۹) به تعیین الگوی بهینه کشت با هدف حداکثرسازی سود خالص به ازای هرمتر مکعب آب و هر کیلوگرم کود با استفاده از دو مدل برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی چندهدفه فازی پرداخته و سپس دو مدل را با هم مقایسه کردند. نتایج نشان داد نسبت بازده خالص به مصرف نهاده و نسبت مصرف نهاده به سطح زیر کشت با استفاده از مدل FMOLEP بهبود یافته است، همچنین از این مدل می‌توان به عنوان یک ابزار موثر برای رسیدن به اهداف اقتصادی و اهداف زیست‌محیطی استفاده نمود.

[1] Soane et al
[2] Gosmea et al
[3] Abdelaziz et al
[4] El-Houri & Idris

مواد و روش

نقش و اهمیت مدیریت واحدهای زراعی نشان می‌دهد که استفاده از مدل‌های ریاضی در تعیین الگوی بهینه کشت دارای اهمیت است، به همین دلیل است که در زمینه برنامه‌ریزی کشاورزی و تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در یک واحد کشاورزی یا در یک منطقه، از برنامه‌ریزی ریاضی استفاده می‌شود(سلطانی و همکاران، ۱۳۷۸).

در چند دهه اخیر، از روش‌های متفاوتی در برنامه‌ریزی کشاورزی استفاده شده‌است. روشی که به طور گسترده به کار گرفته شده‌است، برنامه‌ریزی خطی(LP) است. از این مدل‌ها برای هدف‌های مختلفی مانند کمتر کردن هزینه‌های تولید، بیشتر کردن تولید محصول و ... می‌توان استفاده کرد (سارکر و کوادوس[1]، ۲۰۰۲).

تکنیک برنامه‌ریزی خطی

برنامه‌ریزی خطی مجموعه‌ای از تکنیک‌ها و روش‌های استنتاج شده از علم ریاضیات و سایر علوم است که بطور قابل ملاحظه‌ای در بهبود تصمیمات مدیریتی می‌تواند موثر واقع گردد. اگرچه این علم هنوز در عداد علوم جوان محسوب می‌شود، ولی به خوبی توانایی خود را در حل مسائلی از قبیل برنامه‌ریزی تولید، تخصیص منابع، کنترل موجودی و ... نشان داده شده‌است.

برنامه‌ریزی خطی، مدلی برای جستجو و انتخاب بهترین برنامه از میان مجموعه راه‌های ممکن می‌باشد، ولی از آنجا که تمامی روابط ریاضی مورد استفاده در این مدل از نوع درجه یک می‌باشند، لذا مدل خطی نامیده می‌شود(بیدآباد، ۱۳۶۸).

بی‌گمان یکی از کاربردهای مهم تکنیک برنامه‌ریزی خطی، استفاده در زیربخش‌های مختلف بخش کشاورزی است. اگرچه این روش ابتدا برای اهداف نظامی در بحبوحه جنگ جهانی دوم ابداع گردید ولی به دلیل ماهیت کاربردی و سهولت استفاده آن در سایر فعالیت‌های اقتصادی از جمله کشاورزی، گسترش یافت. بگونه‌ای که در حال حاضر بعنوان ابزار مهمی در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی مورد استفاده قرار می‌گیرد(آریانژاد و سجادی، ۱۳۸۱).

مدل‌سازی مسائل برنامه‌ریزی خطی

فرم استاندارد مدل برنامه‌ریزی خطی در حالت حداکثرسازی به صورت زیر می‌باشد:

(۱

[1] Sarker & Quaddus

$$\max z = \sum c_j X_j$$

$$s.t$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \le b_i \qquad i = 1,2,3,...,m$$

$$X_j \ge 0$$

$$j = 1,2,3,...,n$$

در ادامه مراحل کلی انجام این پژوهش ارائه می‌گردد.

فعالیت‌های اصلی که در منطقه صورت می‌گیرد عبارتند از: برنج پرمحصول، برنج مرغوب، سویا بهاره، گندم، جو، کلزا، سویا پاییزه

محصولات بهاره: برنج پرمحصول i=1، برنج مرغوب i=2، سویا بهاره i=3

محصولات پاییزه: گندم j=1، جو j=2، کلزا j=3، سویا پاییزه j=4

محدودیت‌های مدل حداکثرسازی سود

محصولات بهاره

Z_i= سطح زیر کشت محصول iام — TZ_i= کل زمین قابل کشت محصولات بهاره

N_i= نیروی کار مورد نیاز محصول iام — TN_i= کل نیروی کار مورد نیاز محصولات بهاره

W_i= میزان آب مورد نیاز محصول iام — TW_i= کل آب مورد نیاز محصولات بهاره

E_i= ساعات کار ماشین‌آلات محصول iام — TE_i= کل ساعت کار محصولات بهاره

F_i= مقدار مصرف کود فسفاته محصول iام — TF_i= کل مصرف کود فسفاته محصولات بهاره

O_i= مقدار مصرف کود ازته محصول iام — TO_i= کل مصرف کود پتاسه محصولات بهاره

P_i= مقدار مصرف کود پتاسه محصول iام — TP_i= کل مصرف کود پتاسه محصولات بهاره

A_i= مقدار مصرف علف‌کش محصول iام — TA_i= کل مصرف علف‌کش محصولات بهاره

H_i= مقدار مصرف حشره‌کش محصول iام

G_i= مقدار مصرف قارچ‌کش محصول iام

TH_i= کل مصرف حشره‌کش محصولات بهاره

TG_i= کل مصرف قارچ‌کش محصولات بهاره

محصولات پاییزه

Z_j= سطح زیر کشت محصول jام

N_j= نیروی کار مورد نیاز محصول jام

W_j= میزان آب مورد نیاز محصول jام

E_j= ساعات کار ماشین‌آلات محصول jام

F_j= مقدار مصرف کود فسفاته محصول jام

O_j= مقدار مصرف کود ازته محصول jام

P_j= مقدار مصرف کود پتاسه محصول jام

A_j= مقدار مصرف علف‌کش محصول jام

H_j= مقدار مصرف حشره‌کش محصول jام

G_j= مقدار مصرف قارچ‌کش محصول jام

TZ_j= کل زمین قابل کشت محصولات بهاره

TN_j= کل نیروی کار مورد نیاز محصولات بهاره

TW_j= کل آب مورد نیاز محصولات بهاره

TE_j= کل ساعت کار محصولات بهاره

TF_j= کل مصرف کود فسفاته محصولات بهاره

TO_j= کل مصرف کود پتاسه محصولات بهاره

TP_j= کل مصرف کود پتاسه محصولات بهاره

TA_j= کل مصرف علف‌کش محصولات بهاره

TH_j= کل مصرف حشره‌کش محصولات بهاره

TG_j= کل مصرف قارچ‌کش محصولات بهاره

تابع هدف

(۲

$$\max \quad Z = \sum (M_i \times X_i) + \sum (M_j \times X_j)$$

Sabject to

$$\sum y_i X_i \le Y_i$$

$$\sum y_j X_j \le Y_j$$

$$X_i, X_j \ge 0$$

در مدل (۲) ، $\sum y_i X_i \le Y_i$ و $\sum y_j X_j \le Y_j$ فرم کلی محدودیت‌های محصولات بهاره و پاییزه هستند.

M_i= بازده هر یک از محصولات بهاره(تفاضل درآمد حاصل از فروش محصول iام و هزینه ناشی از تولید آن محصول)

M_j= بازده هر یک از محصولات پاییزه(تفاضل درآمد حاصل از فروش محصول jام و هزینه ناشی از تولید آن محصول)

محدودیت‌های حداقل سازی کودهای شیمیایی

محصولات بهاره

Z_i= سطح زیر کشت محصول iام

TZ_i= کل زمین قابل کشت محصولات بهاره

N_i= نیروی کار مورد نیاز محصول iام

TN_i= کل نیروی کار مورد نیاز محصولات بهاره

W_i= میزان آب مورد نیاز محصول iام

TW_i= کل آب مورد نیاز محصولات بهاره

E_i= ساعات کار ماشین‌آلات محصول iام

TE_i= کل ساعت کار محصولات بهاره

A_i= مقدار مصرف علف‌کش محصول iام

TA_i= کل مصرف علف‌کش محصولات بهاره

H_i= مقدار مصرف حشره‌کش محصول iام

TH_i= کل مصرف حشره‌کش محصولات بهاره

G_i= مقدار مصرف قارچ‌کش محصول iام

TG_i= کل مصرف قارچ‌کش محصولات بهاره

محصولات پاییزه

Z_j= سطح زیر کشت محصول jام

TZ_j= کل زمین قابل کشت محصولات بهاره

N_j= نیروی کار مورد نیاز محصول jام

TN_j= کل نیروی کار مورد نیاز محصولات بهاره

W_j= میزان آب مورد نیاز محصول jام

TW_j= کل آب مورد نیاز محصولات بهاره

E_j= ساعات کار ماشین‌آلات محصول jام TE_j= کل ساعت کار محصولات بهاره

A_j= مقدار مصرف علف‌کش محصول jام TA_j= کل مصرف علف‌کش محصولات بهاره

H_j= مقدار مصرف حشره‌کش محصول jام TH_j= کل مصرف حشره‌کش محصولات بهاره

G_j= مقدار مصرف قارچ‌کش محصول jام TG_j= کل مصرف قارچ‌کش محصولات بهاره

تابع هدف

(۳

$$\min \quad C = \sum (K_i \times X_i) + \sum (K_j \times X_j)$$

Sabject to

$$\sum M_i X_i + \sum M_j X_j \geq M$$

$$\sum y_i X_i \leq Y_i$$

$$\sum y_j X_j \leq Y_j$$

$$X_i, X_j \geq 0$$

در مدل (۳) ، $\sum y_i X_i \leq Y_i$ و $\sum y_j X_j \leq Y_j$ فرم کلی محدودیت‌های محصولات بهاره و پاییزه هستند و $\sum M_i X_i + \sum M_j X_j \geq M$ بیان کننده آن است که سود کشاورز نباید از میزان سود فعلی آن کمتر باشد.

K_i= کل مصرف کودهای شیمیایی هر یک از محصولات بهاره

K_j= کل مصرف کودهای شیمیایی هر یک از محصولات پاییزه

نتایج

الگوی کشت فعلی منطقه و میزان نهاده مصرفی

با توجه به آن چه که در جدول شماره (۱) نشان داده شده است به بررسی الگوی کشت فعلی در منطقه مورد بررسی می‌پردازیم. همان‌گونه که مشاهده می‌شود برنج پر محصول با ۷۸ هکتار سطح زیر کشت بیشترین سطح را در بین محصولات مورد بررسی به خود اختصاص داده است. پس از آن برنج مرغوب با ۶۳ هکتار بالاترین سطح زیر کشت را داراست. در بین محصولات بهاره، سویا کمترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. همچنین بیشترین و کمترین سطح زیر کشت محصولات پاییزه در منطقه به ترتیب مربوط به کلزا پاییزه با ۲۰ هکتار و گندم با ۱۰ هکتار می‌باشد.

همچنین بررسی وضعیت مصرف نهاده در منطقه نشان می‌دهد که برای برنج پر محصول بیشترین مصرف سموم مربوط به حشره کش (۱۴۴۳/۵ لیتر) و کمترین میزان مربوط به علف کش‌ها (۲۸۷/۵ لیتر) می‌باشد. برای انواع کود بیشترین میزان مربوط به کود ازته (۷۹۰۰ کیلوگرم) و کمترین میزان مربوط به کود پتاسه (۱۹۸۵کیلوگرم) می‌باشد. میزان نیروی کار و ماشین آلات بکار رفته در منطقه برای برنج پر محصول به ترتیب برابر با ۳۷۹۶ نفر روز کار و ۷۹۱ ساعت بدست آمده است. برای برنج مرغوب بیشترین مصرف سموم مربوط به حشره کش (۴۶۵ لیتر) و کمترین میزان مربوط به علف کش‌ها (۲۴۰/۷ لیتر) می‌باشد. برای انواع کود بیشترین میزان مربوط به کود ازته (۶۵۵۰ کیلوگرم) و کمترین میزان مربوط به کود پتاسه (۲۰۶۳کیلوگرم) می‌باشد. همچنین میزان نیروی کار بکار رفته در منطقه برای برنج مرغوب ۳۰۹۵ نفر روز کار و میزان ماشین آلات معادل ۶۵۱ ساعت گزارش شده است. در بین محصولات بهاره بررسی وضعیت نهاده مصرفی برای سویا بهاره نشان می‌دهد که میزان مصرف علف کش بیشتر از سموم شیمیایی دیگر می‌باشد و همچنین از بین انواع کودهای مصرفی در منطقه برای محصول سویا بیشترین کود شیمیایی مربوط به کود ازته (۱۲۲۲ کیلوگرم) بدست آمده است.

از بین محصولات پاییزه میزان مصرف قارچ کش برای گندم بیشتر از سموم دیگر گزارش شده است به طوری که مقدار مصرف قارچ کش توسط کشاورزان در منطقه برای گندم ۱۳/۵ لیتر بیان گردید. همچنین میزان مصرف کود ازته برای محصول گندم ۱۴۰۰ کیلوگرم می‌باشد که این میزان بیشتر از کودهای شیمیایی دیگر می‌باشد. بررسی وضعیت میزان نیروی کار و ماشین آلات برای گندم در منطقه کورا حاکی از آن است که میزان نیروی کار و ماشین آلات بکار رفته برای گندم توسط کشاورزان، به ترتیب معادل ۵۹ نفر روز کار و ۶۲ ساعت می‌باشد. برای جو بیشترین مصرف سموم مربوط به قارچ کش (۱۶/۵ لیتر) و کمترین میزان مربوط به حشره کش‌ها (۱۳/۵ لیتر) می‌باشد. همچنین برای انواع کود بیشترین میزان مربوط به کود ازته (۱۹۵۲ کیلوگرم) و کمترین میزان مربوط به کود پتاسه (۷۳۰ کیلوگرم) می‌باشد. میزان نیروی کار و ماشین آلات بکار رفته در منطقه برای جو به ترتیب برابر با ۷۱ نفر روز کار و ۷۵ ساعت گزارش شده است. همچنین برای سویای پاییزه و کلزا بیشترین مصرف سموم به ترتیب مربوط به حشره کش (۳۳/۵ لیتر) و علف کش (۳۵/۲۵ لیتر) می‌باشد. همچنین برای انواع کود بیشترین میزان برای دو محصول مذکور مربوط به کود ازته با ۱۷۲۱ و ۲۷۳۳/۵ کیلوگرم گزارش شده است. میزان نیروی کار بکار رفته برای سویای پاییزه وکلزای پاییزه به ترتیب ۷۴ نفر روز کار و ۱۱۲/۵ نفر

روزکار می‌باشد. همچنین میزان ماشین آلات بکار رفته توسط کشاورزان در منطقه برای سویا و کلزا به ترتیب معادل ۸۳ ساعت و ۱۲۱/۲۵ ساعت بدست آمده است.

جدول ۱. وضعیت سطح زیر کشت محصولات و نهاده مصرفی در منطقه مورد بررسی

	میزان نهاده مصرفی	زمین	علف کش	حشره کش	قارچ کش	کود فسفاته	کود ازته	کود پتاسه	نیروی کار	ماشین آلات
بهار	برنج پر محصول	۷۸	۲۸۷/۵	۱۴۴۳/۵	۴۳۱/۵	۷۱۳۵	۷۹۰۰	۱۹۸۵	۳۷۹۶	۷۹۱
	برنج مرغوب	۶۳	۲۴۰/۷	۴۶۵	۲۹۸	۶۱۵۰	۶۵۵۰	۲۰۶۳	۳۰۹۵	۶۵۱
	سویا بهاره	۱۱	۱۹/۴۵	۱۶/۸۵	۱۲/۱	۱۱۱۰	۱۲۲۲	۳۹۹	۵۴/۷	۸۲/۸
پاییز	گندم	۱۰	۱۲/۶	۱۱/۳	۱۳/۵	۹۶۵	۱۴۰۰	۶۵۲	۵۹	۶۲
	جو	۱۳	۱۴/۵	۱۳/۵	۱۶/۵	۱۱۰۵	۱۹۵۲	۷۳۰	۷۱	۷۵
	سویا پاییزه	۱۵	۱۷	۳۳/۵	۹/۷۵	۱۰۶۰	۱۷۲۱	۶۰۳	۷۴	۸۳
	کلزا پاییزه	۲۰	۳۵/۲۵	۲۹/۵	۲۰/۷۵	۲۷۰۵/۵	۲۷۳۳/۵	۱۶۰۵/۵	۱۱۲/۵	۱۲۱/۲۵

مأخذ: یافته های پژوهش

تعیین الگوی کشت با هدف حداکثر سازی سود

در این قسمت از مطالعه به تعیین الگوی کشت بهینه به روش برنامه ریزی ساده با هدف حداکثر سازی سود پرداخته شده است. بر اساس نتایج جدول (۲)، از بین محصولات بهاره سطح زیر کشت برنج پر محصول و سویا بهاره افزایش و سطح زیر کشت برنج مرغوب کاهش یافته است. همان طوری که ملاحظه می‌شود سطح زیر کشت برنج پر محصول با ۶/۵۵ درصد افزایش از ۷۸ هکتار در الگوی فعلی به ۸۳/۱۰ هکتار در الگوی جدید رسیده است. برای برنج مرغوب نیز سطح زیر کشت پیشنهادی این محصول در الگوی حاصل از مدل ۵۴/۱۱ هکتار بوده که نسبت به الگوی فعلی در منطقه با ۱۴ درصد کاهش مواجه بوده است. همچنین سویای بهاره از ۱۱ هکتار به ۱۴/۳۲ هکتار افزایش یافته که معادل ۳۰ درصد افزایش داشته است. نکته قابل توجه از نتایج کاهش سطح زیر کشت محصولات بهاره است بطوریکه از ۱۵۲ هکتار در الگوی فعلی در منطقه مورد بررسی به ۱۵۱/۵۴ هکتار تنزل یافته است که با ۰/۳۱ درصد کاهش همراه بوده است.

نتایج مربوط به محصولات پاییزه بدین ترتیب است که در الگوی پیشنهادی محصولات گندم و کلزا پاییزه از الگوی کشت حذف و تنها جو و سویا پاییزه وارد الگوی کشت شده‌اند. بر اساس نتایج سطح زیر کشت جو از ۱۳ هکتار در الگوی فعلی به ۳۲/۰۶ هکتار در الگوی پیشنهادی افزایش یافته است. همچنین سطح زیر کشت محصول سویا پاییزه با ۶۵/۸۹ درصد افزایش از ۱۵ هکتار در الگوی فعلی در منطقه به ۲۴/۸۸ هکتار رسیده است، در واقع بر اساس مدل برنامه ریزی خطی،

پیشنهاد می‌شود سطح زیر کشت این دو محصول افزایش و گندم و کلزا از الگوی کشت خارج شوند. به بیان دیگر سطح زیر کشت محصولات پاییزه با ۱/۸۳ درصد کاهش از ۵۸ هکتار در منطقه به ۵۶/۹۴ هکتار تنزل یافته است.

همان طوری که از نتایج پیداست با هدف حداکثر سازی سود کشاورزان در منطقه سطح زیر کشت هر دو محصول پاییزه و بهاره کاهش یافته است، اما بازده خالص کشاورزان در منطقه از $۲/۰۵۶۴\times۱۰^{۹}$ ریال حاصل از الگوی کشت فعلی به $۲/۰۹۸۶\times۱۰^{۹}$ در الگوی جدید افزایش یافته که این افزای معادل ۲/۰۶ درصد بازده الگوی فعلی است.

جدول۲. مقایسه الگوی کشت فعلی و الگوی کشت حاصل از مدل برنامه ریزی با هدف حداکثر سازی سود

محصولات	الگوی کشت فعلی	الگوی حاصل از مدل	درصد تغییرات
برنج پر محصول	۷۸	۸۳/۱۰۹	۶/۵۵
برنج مرغوب	۶۳	۵۴/۱۱۹	-۱۴/۱
سویا بهاره	۱۱	۱۴/۳۲۱	۳۰/۱۹
جمع	۱۵۲	۱۵۱/۵۴	-۰/۳۱
گندم	۱۰	۰	-۱۰۰
جو	۱۳	۳۲/۰۶۳	۱۴۶/۶۴
سویا پاییزه	۱۵	۲۴/۸۸۳	۶۵/۸۹
کلزا پاییزه	۲۰	۰	-۱۰۰
جمع	۵۸	۵۶/۹۴	-۱/۸۳
بازده	$۲/۰۵۶۴\times۱۰^{۹}$	$۲/۰۹۸۶\times۱۰^{۹}$	۲/۰۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

تعیین الگوی کشت با هدف حداقل سازی مصرف کود شیمیایی

در این قسمت از مطالعه به تعیین الگوی کشت بهینه به روش برنامه ریزی با هدف حداقل سازی مصرف کود شیمیایی در منطقه و مقایسه آن با الگوی فعلی پرداخته شده است. بر اساس نتایج جدول (۳)، از بین محصولات بهاره سطح زیر کشت برنج پر محصول افزایش و سطح زیر کشت سویا بهاره و برنج مرغوب کاهش یافته است. همان طوری که ملاحظه می‌شود سطح زیر کشت برنج پر محصول با ۶/۳۴ درصد افزایش از ۷۸ هکتار در الگوی فعلی به ۸۲/۹۵ هکتار در الگوی جدید رسیده است. برای برنج مرغوب نیز سطح زیر کشت پیشنهادی این محصول در الگوی حاصل از مدل ۵۸/۷۴ هکتار بوده که نسبت به الگوی فعلی در منطقه با ۶/۷۶ درصد کاهش مواجه بوده است. همچنین سویای بهاره از ۱۱ هکتار به ۳/۳۸ هکتار کاهش یافته که معادل ۶۹ درصد نسبت به الگوی فعلی تنزل یافته است. نکته قابل توجه از نتایج کاهش سطح زیر کشت محصولات بهاره است بطوریکه از ۱۵۲ هکتار در الگوی فعلی در منطقه مورد بررسی به ۱۴۵/۰۷ هکتار رسیده است

که با ۴/۵۶ درصد کاهش نسبت به الگوی فعلی در منطقه مورد بررسی همراه بوده است. مقایسه نتایج این قسمت از مطالعه با حالت‌های قبل نشان می‌دهد که الگوی کشت پیشنهادی برای محصولات بهاری در حالت حداقل سازی مصرف کود، از نظر محصولات وارد شده در الگوی پیشنهادی مشابه با نتایج حاصل از حداکثر سازی سود کشاورزان در منطقه است به طوری که در هر دو حالت محصولات برنج پر محصول، برنج مرغوب و سویا بهاره وارد الگوی کشت شده‌اند. اما کاهش سطح زیر کشت مجموع محصولات بهاره در این حالت بیشتر از دو حالت قبل بوده است به طوری که در حالت حداکثر سازی سود این کاهش سطح زیر کشت معادل ۰/۲۳ درصد و در حالت حداقل سازی مصرف سم معادل ۱/۲۳ درصد بوده اما در این قسمت میزان کاهش ۴/۵۳ درصد پیشنهاد شده است که بیشتر از دو حالت قبلی است.

نتایج مربوط به محصولات پاییزه بدین ترتیب است که در الگوی پیشنهادی محصولات گندم و کلزا پاییزه و جو از الگوی کشت حذف و تنها سویا پاییزه وارد الگوی کشت شده است. بر اساس نتایج سطح زیر کشت سویای پاییزه از ۱۳ هکتار در الگوی فعلی به ۳۹/۹۶ هکتار در الگوی پیشنهادی افزایش یافته است. که این افزایش معادل ۱۶۱ درصد الگوی فعلی در منطقه می‌باشد. بر اساس جدول (۳) سطح زیر کشت محصولات پاییزه با ۳۲/۴۳ درصد کاهش از ۵۸ هکتار در منطقه به ۳۹/۱۹ هکتار تنزل یافته است. مقایسه نتایج این قسمت از مطالعه با نتایج حاصل از حداقل سازی مصرف سم نشان می‌دهد که در هر دو حالت تنها محصول سویای پاییزه وارد الگوی کشت شده است اما میزان سطح زیر کشت پیشنهادی در حالت حداقل سازی مصرف سم بیشتر از نتایج حاصل از حداقل سازی مصرف کو بوده است، بطوریکه میزان سطح زیر کشت پیشنهادی برای محصول سویای پاییزه در حالت حداقل سازی مصرف سم معادل ۵۰ هکتار بوده در حالیکه این سطح زیر کشت برای نتایج این قسمت معادل ۳۹/۱۹ هکتار بدست آمده است. به همین دلیل در این حالت میزان کاهش در سطح زیر کشت محصولات پاییزه به دلیل کاهش سطح زیر کشت سویا پاییزه (۳۲/۴۳- درصد) نسبت به الگوی قبل (حداقل سازی مصرف سم (۱۳/۸- درصد)) بیشتر بوده است. همان طوری که از نتایج پیداست با هدف حداقل سازی مصرف کود شیمیایی توسط کشاورزان در منطقه سطح زیر کشت هر دو محصول پاییزه و بهاره کاهش یافته است و میزان بهینه مصرف کود در منطقه از ۵۱۶۴۸/۵ کیلوگرم حاصل از الگوی کشت فعلی به ۴۱۵۶۷/۰۹۶ کیلوگرم در الگوی جدید رسیده است که این کاهش مصرف معادل ۱۹/۵۲درصد میزان مصرف کود در الگوی فعلی است.

جدول ۳. مقایسه الگوی کشت فعلی و الگوی کشت حاصل از مدل برنامه ریزی با هدف حداقل سازی مصرف کود

محصولات	الگوی کشت فعلی	الگوی حاصل از مدل	درصد تغییرات
برنج پر محصول	۷۸	۸۲/۹۵۴	۶/۳۴
برنج مرغوب	۶۳	۵۸/۷۴۳	-۶/۷۶
سویا بهاره	۱۱	۳/۳۸۶	-۶۹/۲۲
جمع	۱۵۲	۱۴۵/۰۷۴	-۴/۵۶
گندم	۱۰	۰	-۱۰۰

جو	۱۳	۰	-۱۰۰
سویا پاییزه	۱۵	۳۹/۱۹۶	۱۶۱/۳۱
کلزا پاییزه	۲۰	۰	-۱۰۰
جمع	۵۸	۳۹/۱۹۶	-۳۲/۴۳
میزان مصرف کود	۵۱۶۴۸/۵	۴۱۵۶۷/۰۹۶	-۱۹/۵۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتیجه‌گیری

در این مطالعه اهداف حداکثر سازی سود و حداقل سازی مصرف کود هر یک بصورت انفرادی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج حاصل از حداکثر سازی سود کشاورزان در منطقه مورد بررسی محصولات گندم و کلزای پاییزه از الگوی کشت پیشنهادی خارج شدند. از این بین، سطح زیر کشت برنج پر محصول، سویا بهاره، جو و سویا پاییزه افزایش یافته اما سطح زیر کشت پیشنهادی برای برنج مرغوب نسبت به الگوی کشت فعلی کاهش یافته است. در هر دو الگوی که اهداف را به طور انفرادی بهینه می‌نمودند برنج پر محصول دارای بالاترین سطح زیر کشت بود. به این ترتیب که در الگوی حاوی حداکثر بازده برنامه‌ای برنج پر محصول با ۸۳ هکتار بالاترین سهم را به خود اختصاص داده است. برنج یکی از محصولات استراتژیک کشور بوده و اهمیت بسزایی در سبد غذایی خانوارها دارد. از طرفی همان طوری که در قسمت قبل بیان گردید استان مازندران بزرگ‌ترین تولید کننده برنج در کشور بوده است و با توجه به عملکرد بالای برنج پر محصول نسبت به ارقام مشابه، انتظار می‌رود با توجه به تقاضای روبه افزایش، با توجه به افزایش جمعیت، این محصول سودآوری قابل توجهی داشته باشد. لذا وارد شدن این محصول در الگوی کشت جدید و افزایش سطح زیر کشت آن با توجه به توانایی آن در افزایش سود آوری برای زارعین قابل انتظار بوده است. نکته دیگری که قابل ذکر می‌باشد این است که کشت گندم در الگوی کشت بهینه هر دو الگو که اهداف را به طور انفرادی در نظر می‌گرفتند وارد نشده است. گندم در مازندران عمدتاً بصورت نیمه مکانیزه بوده به نحوی که عملیات بذرکاری در عمده اراضی با دستگاه سانتریفوژ و در زمین‌های کوچک و پراکنده بصورت دست پاش انجام می‌شود که هزینه بر خواهد بود این محصول عمدتاً در سطح ملی با قیمت تضمینی از کشاورزان خریداری می‌گردد. از طرفی نبود مزیت نسبی کاشت گندم در استان مازندران به جهت بالا بودن قیمت زمین، مساحت کم زمین در اختیار کشاورز و تمایل کشاورزان به کشت محصولات باغی بر اساس وضعیت پر آبی اراضی استان می‌تواند از مشکلات و مسائل موجود در خصوص کشت گندم در منطقه باشد. لذا خارج شدن گندم در الگوی بدست آمده با هدف حداکثر سازی سود کشاورزان را می‌توان به عوامل ذکر شده نسبت داد چرا که این عوامل در خصوص کاهش سودهی این محصول در منطقه موثر خواهد بود.

در ادامه نتایج حاصل تعیین الگوی کشت بهینه با استفاده از برنامه ریزی با هدف حداقل سازی مصرف کود شیمیایی در منطقه نشان داد که تمامی محصولات بهاره در الگوی کشت جدید وارد شده به گونه‌ای که سطح زیر کشت برنج پر محصول افزایش و در مقابل سطح زیر کشت برنج مرغوب و سویا بهاره با کاهش همراه بود. همچنین از بین محصولات پاییزه تنها سویا در الگوی کشت جدید قرار گرفت به طوری که از ۱۵ هکتار در الگوی کشت فعلی به حدود ۳۹ هکتار در الگوی جدید رسیده است. مقایسه نتایج بدست آمده در این حالت با وضعیت حداکثر سود نشان می‌دهد که نتایج آن‌ها تقریباً همسو بوده چرا که در هر دو حالت تمامی محصولات بهاره وارد الگوی کشت شده اما بر خلاف حالت اول محصول جو از الگوی کشت در حالت حداقل سازی مصرف کود شیمیایی خارج شده است.

با توجه به نتایج بدست آمد به طور خلاصه پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد:

با توجه به مساعدت برنج پر محصول در تأمین اهداف یاد شده لازم است بر روی حمایت برنامه‌ریزی شده از این محصول تمرکز بیشتری صورت گیرد.

با توجه به نقش گندم در تأمین نیازهای غذایی و همچنین نقش آن در صنعت دام‌پروری، حذف این محصول از الگوی کشت در منطقه مستلزم احتیاط زیاد است و مطلوب آن است که در جهت افزایش کارایی استفاده از نهاده‌های این محصول توجه بیشتری صورت گیرد.

منابع

۱- آریانژاد، م. سجادی، ج. (۱۳۸۱). تحقیق در عملیات۲:(پژوهش عملیاتی ۲و ۳). چاپ اول. تهران: مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

۲- بیدآباد، ب. (۱۳۶۸). برنامه‌ریزی هدف پروسه تصمیم‌گیری اپتیمم با اولویت‌های متفاوت و روش حل آن با کامپیوتر. چاپ اول. تهران: انتشارات رودکی.

۳- رحیمی‌کیا، م. و عاقل، ح. دوراندیش، آ. خجسته‌پور، م. (۱۳۹۰). بررسی و تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی مزرعه نمونه خضری. اولین کنگره ملی علوم و فناوریهای نوین کشاورزی.

۴- زاهدی‌کیوان، م. (۱۳۸۶). تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در یک مزرعه، رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی تصادفی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اقتصاد گرایش علوم اقتصادی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان.

۵- سلطانی، غ. زیبایی، م. کهخا، ا. (۱۳۷۸). کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در کشاورزی. تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۶- صالح، ا. پیکانی، غ. باقریان، ع. (۱۳۸۶). تعیین الگوی بهینه کشت و استخراج تقاضای هنجارین آب: مطالعه موردی شهرستان کازرون. اقتصاد کشاورزی و توسعه. شماره ۶۰: ۷۱- ۸۶.

۷- کرامت‌زاده، ع. (۱۳۸۴). تعیین ارزش اقتصادی و تخصیص آب سد بارزو شیروان با توجه به الگوی کشت بهینه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی اقتصادکشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۸- محمدی محمدی، ه. ترکمانی، ج. (۱۳۸۰). کاربرد مدل برنامه‌ریزی هدف توام با ریسک(GP- TMOTAD) در بررسی پذیرش فناوری نوین از سوی ذرت‌کاران استان فارس. اقتصاد کشاورزی و توسعه. شماره ۳۳: ۲۰۵- ۲۳۳.

9- Abdelaziz h.h, abdalla a.a and abdellatif m.a 2012. Optimizing the cropping mix in north Darfur state, sudan: a study of umkdada district. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 11(1): 7- 13.

10- Anonymous.2009. Framework Directive on the Sustainable Use of Pesticides, 2009/128/EC. European Union and European Commission.

11- Daneshvar Kakhki M, Sahnoushi N and Salehi R.2009 The Determination of Optimal Crop Pattern with Aim of Reduction in Hazards of Environmental. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 4: 305- 310.

12- El-Houri A.I.S.and Idris B.2009. Optimum Winter Cropping Pattern in The Northern State, Sudan. J.Sc. Tech, 10, 77- 86.

13- Gosmea M, Suffert F, Jeuffroy M.H.2010. Intensive Versus Low-Input Cropping Systems: What is the Optimal Partitioning of Agricultural Area in Order to Reduce Pesticide Use While Maintaining Productivity?. Agricultural Systems. 103: 110- 116.

14- Holland J.M.2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. Agric. Ecosyst. Environ. 103: 1–26.

15- Oborn I, Andrist-Rangel Y, Askekaard M, Grant C.A, Watson C.A and Edwards A.C.2005. Critical aspects of potassium management in agricultural systems. Soil Use and Management. 21(1): 102-112.

16- Sarker R.A and Quaddus M.A.2002. Modelling a nationwide crop planning problem using a multiple criteria decision making tool. computers and Industrial Engineering. 42(2-4): 541- 553.

17- Soane B.D, Ball B.C, Arvidsson J, Basch, G, Moreno F, Roger-Estrade J.2012. No-till in northern, western and south-western Europe: a review of problems and opportunities for crop production and the environment. Soil Till. Res. 118: 66–87.

18- Smit A.L, Bindraban P.S, Schroder J.J, Conijn J.G and Van Der Meer.2009. Phosphorus in Agriculture: Global Resources, Trend and Developments. Plant Research International B.V., Report 282, 39pages.

19- Ruddock J, Short T.D and Brudenell K.2003. Energy integration in ammonia production. Transactions on Ecology and the Environment, 26: 267- 276.

20- Vilalba G, Liu Y, Schroderm H and Ayres R.U.2008. Global Phosphorus Flows in the Industrial Economy from a Production Perspective. Journal of Industrial Ecology. 12(4): 557-569.

Determine the optimal cropping pattern with the aim of minimizing fertilizer, Case Study: Crowa Village

Abstract: Agriculture as one of the principal axes of development in developing countries, plays an important role in the economic development of this country. One of the most effective and yet simple quantitative methods in management and decision-making optimization of the production. This is done using mathematical programming. Besides economic goals, it is important to consider environmental issues in agriculture. According to Agricultural Jihad of experts, fertilizer and chemical pesticides are at a high level in iran, therefore, this study sought to determine a pattern cultivated for kerva for the period of 1392-93 that in addition to taking into account the benefit of farmers, to minimize the use of chemical pesticides. Using the information obtained is provided through completing 50 the questionnaires in the study area. In order to achieve the objectives is used of linear programming method, all estimates were made using GAMS. The results of minimizing fertilizer in the region showed that all the spring of products are entered cropping pattern So that the area under cultivation high-yielding rice increased and the cultivation of quality rice and spring soybean dropped. also between the Fall production were soybean in new cropping pattern.

***Keywords*:** crop patterns, Minimization of chemical fertilizers, linear programming, Kerva village

JEL Classification: O13, Q5, Q53