اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال دهم، شماره ۳۹، پاییز ۱۳۸۱

# بهره برداری بهینه از جنگل با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی موتاد

## مطالعه موردی استان گیلان

جعفر عزیزی، دکتر جواد ترکمانی*


## چکیده

منابع طبیعی تجدید شونده شامل جنگلها و مراتع به عنوان اصلی ترین و محوری‌ترین مسئله برای استمرار حیات انسان و بقای کره خاکی و نیز پشتوانه محیط زیست بشر مطرح است. جنگلهای استان گیلان مساحتی معادل ۵۶۵ هزار هکتار دارد که متوسط برداشت سالانه چوب از هر هکتار آن ۴۳/۱ متر مکعب است. این مطالعه بر روی چهارگونه عمده درخت راش، ممرز، بلوط و توسکا در استان گیلان با استفاده از روش موتاد که درآمد انتظاری توأم با ریسک آنها را برای جایگزینی پس از برداشت مقایسه می‌کند، انجام گرفت. در این مطالعه از آمار


* به ترتیب: دانشجوی دورهٔ دکتری اقتصادکشاورزی و دانشیار گروه اقتصادکشاورزی دانشگاه شیراز.
Email: jafar574@yahoo.com

سازمانهای بهره‌برداری جنگل مربوط به سالهای ۱۳۷۲-۱۳۷۷ استفاده شد و در مجموع ۲۰ برنامه برای موتاد به اجرا در آمد. نتایج نشان داد هنگامی که درآمد انتظاری برابر E=۹۰۰ میلیارد ریال شود هر چهارگونه درخت وارد برنامه می‌شود. با این حال، با افزایش درآمد انتظاری، سطح زیرکشت بلوط و توسکا کاهش می‌یابد.

**کلید واژه‌ها:**

جنگل، موتاد، گیلان، منابع تجدید شونده.

## مقدمه

منابع طبیعی تجدید شونده شامل جنگلها و مراتع به عنوان اصلی‌ترین و محوری‌ترین مسئله برای استمرار حیات انسان و بقای کره خاکی و پشتوانه محیط زیست بشر در برنامه‌ریزی‌ها مطرح است. لذا برنامه‌ریزی‌های اقتصادی بدون هماهنگی با منابع طبیعی تجدید شونده و یا در جهت تضعیف و نابودی آن می‌تواند موجب محو ملل و تمدنهای اصیل جهانی شود. امروزه جنلگها و مراتع نه تنها به عنوان قطب اقتصادی بلکه به عنوان پشتوانه بقای سایر بخشهای اقتصادی نیز مورد توجه قرار گرفته است. در میان کلیه منابع طبیعی جهان، جنگلها و مراتع از همه برتر و با اهمیت‌تر است؛ زیرا ذخایر تمامی منابع طبیعی هر اندازه هم که وسیع باشد، پس از مدتی بهره‌برداری به قدری کاسته می‌شود که ادامه بهره‌برداری دیگر مقرون به صرفه نخواهد بود، در صورتی که اگر از جنگل به روش علمی و درست بهره‌برداری شود همیشه در اختیار انسان خواهد بود(پارسا پژوه، ۱۳۶۶).

ایران با مساحت ۱۶۵ میلیون هکتار، فقط دارای ۱۲ میلیون هکتار جنگل است؛ یعنی حدود یک چهاردهم کشور را جنگلهای پراکنده، کم بازده و تخریب شده تشکیل می‌دهد. لذا مدیریت در امر جنگلداری بسیار اهمیت دارد (سازمان جنگلها و مراتع کشور، ۱۳۷۶).

تصمیمگیری به عنوان جوهره مدیریت، جزء جدایی‌ناپذیر وظایف مدیران و برنامه‌ریزان

واحدهای مختلف کشاورزی و منابع طبیعی است. کشاورزی و بهره‌برداری از منابع طبیعی، بخصوص در کشورهای کمتر توسعه یافته، فعالیتی ریسک‌آمیز است و تصمیمگیریها و فعالیتهای بهره‌برداران معمولاً تحت تأثیر این پدیده و جنبه‌های مختلف آن قرار دارد. در فعالیتهای کشاورزی از زمانی که تصمیم به تولید گرفته می‌شود تا زمان مشخص شدن نتایج این تصمیمات، چندین ماه و در بعضی موارد چندین سال طول می‌کشد. وقایعی که از زمان تصمیمگیری تا زمان مشخص شدن نتایج اتفاق می‌افتد سبب می‌شود تا فعالیتهای کشاورزی توأم با ریسک و نبود حتمیت باشد (ترکمانی و کلایی، ۱۳۷۸). ریسک موجود در فعالیتهای کشاورزی ممکن است از ناحیه قیمت، تولید و یا اعتبارات باشد.

با توجه به نقش و اهمیت کشاورزی و منابع طبیعی در توسعه اقتصادی، افزایش تولید و درآمد بهره‌برداران در ایران همواره مورد توجه سیاستگذاران قرار داشته است. تعیین سیاستها و تدوین برنامه‌های مناسب در بخش کشاورزی، علاوه بر اینکه مستلزم آگاهی لازم از شرایط تولید در واحدهای بهره‌برداری است تا حدود زیادی نیز بستگی به میزان آگاهی برنامه‌ریزان از فرایند تصمیمگیری بهره‌برداران و واکنش آنها نسبت به انواع سیاستهای کشاورزی دارد. بخش کشاورزی در ایران از واحدهای کوچک بسیار زیادی تشکیل شده است. تصمیمگیرندگان یا بهره‌برداران در این واحدها در یک سال بهره‌برداری با قیمتها، عملکردها و هزینه‌های متفاوتی برای محصولات و همچنین مقادیر مختلفی از منابع تولید بهره‌برداری روبه رویند. به علاوه در برخی حالات نیز بهره‌برداران با خطر بلاهای ناگهانی مواجه می‌شوند و ممکن است که محصولات و احشام آنها به دلیل وقوع پاره‌ای از سوانح طبیعی از بین برود. لذا برنامه‌ریزی نظامهای بهره‌برداری عموماً در شرایط نبود حتمیت صورت می‌گیرد و به دلیل اینکه این اثر نتایج تصمیمات را بشدت متأثر می‌سازد، تصمیمگیرندگان نمی‌توانند نسبت به آن بی تفاوت باقی بمانند. بنابراین هنگام برنامه‌ریزی برای چنین نظامهایی، میزان ریسک باید مورد توجه قرار گیرد. آگاهی از ریسک و پیامدهای آن و همچنین رفتار بهره‌برداران در شرایط توأم با ریسک، علاوه بر اینکه بینشی در زمینه شناخت بیشتر شرایط تولید در واحدهای بهره‌برداری به دست می‌دهد،

باعث می‌شود تا برنامه‌ریزان با داشتن تصویری بهتر و دقیقتر از فرایند تصمیمگیری بهره‌برداران و پیشبینی رفتار آنها، سیاستها و برنامه‌های مناسبی برای دستیابی به هدفهای توسعه کشاورزی و منابع طبیعی اتخاذ کنند (ترکمانی، ۱۳۷۵ الف و ۱۳۷۵ ب).

دستیابی به هدفهای توسعه کشاورزی، تنها با تعیین سیاستها و تدوین برنامه‌های مناسب در بخش کشاورزی و منابع طبیعی امکانپذیر است. این امر تا حد زیادی بستگی به میزان آگاهی برنامه‌ریزان از واکنش بهره‌برداران دارد. به دلیل اینکه نتایج برنامه‌های کشاورزی در آینده مشخص می‌شود و هرگز نمی‌توان مطمئن بود که در آینده چه اتفاق خواهد افتاد، لذا برنامه‌ریزی نظامهای بهره‌برداری با نبود حتیمت همراه است. چشمپوشی و غفلت از ریسک و رفتار ریسک‌گریزی بهره‌برداران سبب می‌شود تا نتایج حاصل از مدلهای بخش کشاورزی و منابع طبیعی کمتر با واقعیات تطبیق داشته باشد. در چنین مدلهایی عموماً عرضه محصولات ریسک‌آمیز و بهای منابع تولیدی مهم، زیادتر از معمول براورد می‌شود و پیشبینیهای مربوط به پذیرش فناوری از سوی بهره‌برداران غلط از آب در می‌آید (Belte & et. al., 1993).

بنابراین لحاظ کردن ریسک در مدلهای برنامه‌ریزی نظامهای بهره‌برداری نه تنها به حذف انحرافات در نتایج مدل کمک می‌کند، بلکه ابزارهایی نیز برای ارزیابی برخی از سیاستها، که هدف آنها کاستن ریسک برای بهره‌برداران است، فراهم می‌سازد (Parikh & Bernard, 1988).

در ایران سهم سرانه جنگل بین ۰/۱ تا ۰/۲ هکتار است. از ۱/۸ میلیون هکتار جنگلهای گیلان و مازندران فقط ۱/۳ میلیون هکتار تجارتی و مرغوب بوده و در بقیه، ظرفیت تولید به طور چشمگیری کاهش یافته است.

جنگلهای گیلان در سطحی معادل ۵۶۵ هزار هکتار در دامنه‌های شمالی سلسله جبال البرز از آستارا تا چابکسر واقع است. عرض این نوار جنگلی سبز در نقاط مختلف استان متغیر و بین ۲۰ تا ۷۰ کیلومتر است. در استان گیلان تنها ۲۴۵ هزار هکتار از جنگلها مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد که متوسط برداشت چوب از هر هکتار ۱/۴۳ متر مکعب در سال است. درختان جنگلی

منطقه مورد مطالعه شامل راش، ممرز، بلوط، توسکا، شیر دار، افرا، ون، نمدار، خرمندی، لیلکی، انجبیلی، و غیره است که عمده‌ترین درختان با پوشش وسیع و مصارف گوناگون صنعتی شامل راش، ممرز، بلوط و توسکا می‌شود. کلیه فعالیتهایی که در ارتباط با جنگلداری در طی یک دوره انجام می‌گیرد عبارت است از: راهداری، خاکبرداری، شن ریزی، انبیه‌گذاری، آماده‌سازی اراضی، حصارکشی، کاشت نهال، مراقبت و نگهداری (سله شکنی، تراش علفهای هرز و واکاری)، عملیات پرورش و تولید نهال و بهره برداری از جنگل (سازمان جنگلها و مراتع کشور، ۱۳۷۶).

جنگلهای استان گیلان بر اساس طرحهای مصوب و امکانات بهره‌برداری به منظور تأمین نیاز فرآورده‌های چوبی شامل الوار، کاتین، گرده بینه، تراورس، تیری، تونلی، هیزم و غیره، مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. جدول ۱ میزان برداشت طی سالهای ۱۳۶۸-۷۷ را نشان می‌دهد.

**جدول ۱. میزان برداشت چوب از جنگلهای استان گیلان**

| سال | جمع تولیدات (متر مکعب) |
|---|---|
| ۶۸ | ۳۱۸۵۸۵ |
| ۶۹ | ۳۲۱۲۹۷ |
| ۷۰ | ۳۸۷۳۹۶ |
| ۷۱ | ۴۱۹۸۵۹ |
| ۷۲ | ۴۲۷۱۲۱ |
| ۷۳ | ۴۹۸۴۹۲ |
| ۷۴ | ۴۳۸۸۷۶ |
| ۷۵ | ۴۲۹۹۶۵ |
| ۷۶ | ۴۵۵۹۰۷ |
| ۷۷ | ۱۶۱۸۸۳ |

مأخذ: اداره کل منابع طبیعی استان گیلان

در این مقاله، با توجه به اهمیت اقتصادی جنلگها، میزان ریسک مؤثر بر بهره‌برداری انواع گونه‌های جنگلی با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی موتاد مورد مطالعه قرار گرفته است.

## مروری بر مطالعات انجام شده

مطالعات متعددی در زمینه ریسک و پیامدهای آن در کشاورزی صورت پذیرفته ولی در این مطالعه فقط به آنهایی اشاره می‌شود که با استفاده از مدل موتاد انجام گرفته است.

سیمونز و پومارد مطالعه‌ای را با استفاده از مدل موتاد برای تعیین مقدار تعادلی و تنظیم صادرات سبزی مکزیک به ایالات متحد انجام دادند. لحاظ کردن ریسک، توابع تقاضای محصولات و ساختارهای عرضه انحصاری و رقابتی از جمله خصوصیات ویژه این مدل بود. در این مطالعه، تغییرات بازده محصولات برای ۶ سال زراعی براورد شد. نتایج حاصل نشان داد که رفتار تولیدکنندگان بیشتر به حالت رقابتی شبیه بوده و با آزمون سطوح مختلف، ضریب ریسک گریزی ۰/۵ برای به دست آوردن جوابهای مشابه سطح زیرکشت سال مورد مطالعه، از بقیه بهتر بوده است. این دو پژوهشگر پس از به دست آوردن این نتایج، با استفاده از توابع هدف رقابتی و ضریب ریسک گریزی ۰/۵، مدل یاد شده را برای ارزیابی اثرات تغییر نرخ دستمزدها و تغییرات تولید کل روی صادرات سبزی مورد استفاده قرار دادند و نتیجه گرفتند که افزایش نرخ دستمزدها و کنترل بیشتر عرضه، توسعه صادرات سبزیهای زمستانی مکزیک را متوقف خواهد کرد (Simmons and Pomared, 1975).

هانف و مولر با استفاده از مدل موتاد و با فرض تابع مطلوبیت $E(U) = E - \phi s$ (E درآمد مورد انتظار، $\phi$ ضریب ریسک گریزی، S انحراف استاندارد درآمد و E(U) مطلوبیت مورد انتظار)، مطالعه‌ای در زمینه تولید شیر در آلمان غربی انجام دادند و نتیجه گرفتند که تابع عرضه شیر به فرض رفتار ریسک گریزی خنثی ($\phi=0$) روی محور قیمت دارای شیب کمتر و عدد ثابت بالاتر است و با افزایش ضریب ریسک گریزی، شیب تابع عرضه زیادتر می‌شود و کشش‌ناپذیری بیشتری نیز نسبت به قیمت نشان می‌دهد. از این رو دو پژوهشگر یادشده اظهار می‌دارند که در چنین حالتی غفلت از رفتار ریسک گریزی در مدل باعث می‌شود کشش عرضه شیر بیش از مقدار واقعی آن براورد شود (Hanf & Muller, 1979).

مروث یان جایا و سی روهی به منظور به دست آوردن مجموعه طرحهای زراعی کارا

برای مزارع نماینده در بخش بی جاپور هند، از مدل موتاد استفاده کردند. گفته می‌شود در این منطقه به دلیل نامنظم بودن و نامطمئن بودن بارندگی، دو عامل عملکرد پایین و متغیر محصولات زراعی و نیز نوسانهای قیمت، از موارد مهم بی ثباتی درآمد مزرعه در منطقه هستند. اطلاعات مربوط به پارامترهای ریسک‌آمیز مدل برای ۱۷ سال زراعی از مأموران آمار و گزارشهای سالانه مرکز تحقیقات کشاورزی بی جاپور جمع‌آوری شد. آنها در قسمت نتایج تحقیق بیشتر به محدودیتهای افزایش تولید و اثرات رفع آنها اشاره کردند و از آثار ریسک و رفتار ریسک‌گریزی کشاورزان چیزی به میان نیاوردند(Mruthyunjaya and Sirohi, 1976).

برینک و مک کارل مطالعه‌ای در زمینه تفاوت کشاورزان در مبادله میان ریسک و بازده موردانتظار و اینکه آیا در نظر گرفتن ریسک در مدل به پیشبینی رفتار واقعی در انتخاب الگوی کشت کمک می‌کند یا خیر، انجام دادند. آنها به این منظور از مدل موتاد استفاده کردند. امکان مبادله میان ریسک و بازده مورد انتظار از طریق مطلوبیت $E(U) = E - \phi s$ میسر شد. به منظور تحقق هدفهای بررسی، مدل برنامه‌ریزی موتاد برای تک تک کشاورزان (۳۸ نفر) و کل آنها به عنوان یک گروه، ساخته شد. برای اجزای ریسک‌آمیز مدل، یک سری ۲۴ ساله از بازده ناخالص محصولات برای بخش مرکزی ایالت ایندیانا، نتایج آزمایشهای زراعی، گفتگو با کارکنان ترویج کشاورزی و آمارهای قیمت محلی، ساخته و فرض شد که این اطلاعات برای همه واحدهای مورد مطالعه یکسان و مشترک است. مزیت مهم این تحقیق آن است که روش براورد ریسک‌گریزی به کار رفته در آن بر مبنای داده‌های واقعی استوار شده در حالی که در تلاشهای قبلی براساس نحوه برخورد کشاورزان با پرسشهای فرضی بنا گردیده است. ضریب ریسک‌گریزی حاصل در این تحقیق به دلیل تفاوتهای موجود در مدلسازی توأم با ریسک و مسائل دیگری از این دست، بسیار کمتر از مقدار به دست آمده در مطالعات قبلی (۰/۵-۲) و به عبارتی غیر قابل مقایسه با آنهاست و لذا نمی‌توان از آن چشمپوشی کرد. نتیجه آنکه ریسک گریزی ممکن است از فاکتورهای مهم در انتخاب کشت محصولات در گروه مورد مطالعه به شمار نیاید (Brink and Mccarl, 1978).

شورل و ارون حساسیت مرزهای کارایی را که با استفاده از مدل موتاد برای تعدادی از مزارع ایالت اوهایو به دست آوردند، مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. آنها برای ساختن مدل از داده‌هایی استفاده کردند که طی ۸ سال متوالی از سه مزرعه جمع آوری شده بود. نتایج مطالعه آنان نشان می‌دهد که تنوع، اثر مهمی روی ریسک و بازده دارد. طرحهای زراعی متنوع‌تر، میزان بازده و ریسک کمتر دارند. همچنین در طول مرزکارا، طرحهای زراعی به طور چشمگیری تغییر می‌کنند. تحلیل حساسیت مرزی از طریق محدود کردن مدل به انتخاب زیرمجموعه متفاوتی از کل فعالیتها انجام شده است. هر زیر مجموعه از فعالیتها، یک مرز مجزا ایجاد می‌کند که در سمت راست مرز اصلی قرار می‌گیرد. در سطوح بازده بالاتر، ترکیب فعالیتها گاهی منجر به یکی از نتایج زیر می‌شود:

– در برخی موارد با حذف یکی از فعالیتها، امکان دستیابی به سطح درآمد مرز اصلی وجود ندارد.

– در بعضی حالات، محدودیت مدل برای یک فعالیت باعث تغییر طرح زراعی نمی‌شود.

– در برخی موارد، محدودیت یک فعالیت به تغییرات تا اندازه‌ای کم در طرح زراعی و در نتیجه به افزایش نسبتاً اندک در ریسک می‌انجامد. تعیین نهایی اهمیت این افزایش بستگی به تابع مطلوبیت تولید کننده دارد.

همچنین مقایسه بین طرحهای زراعی غیربهینه بیانگر آن است که تفاوتهای زیادی میان این طرحها وجود دارد، در حالی که اختلاف بسیار کمی از نظر ریسک با هم دارند. این موضوع نشان می‌دهد که خارج از مرز، احتمالاً طرحهای زراعی متعددی برای انتخاب وجود دارد که از نظر ریسکی بودن، دارای اختلاف اندک و قابل اغماض هستند (Schurle and Erven, 1979).

هیزل و همکاران در مطالعه‌ای اهمیت تجربی تلفیق ریسک و رفتار ریسک‌پذیری را مورد بررسی قرار دادند. آنها در این مطالعه از روش موتاد استفاده و فرض کردند که کشاورزان دارای تابع مطلوبیت $E(U)=E\ \phi S$ هستند. آنها ریسک را در بازده فعالیتها با استفاده از داده‌های سری زمانی دهساله از قیمتها و عملکرد برآورد کردند. نتایج حاصل از این مطالعه

نشان می‌دهد که وقتی ضریب ریسک‌گریزی بیشتر از صفر در مدل لحاظ شود ($\phi > 0$)، بهبود آشکاری در پیشبینی مدل پدید می‌آید و بهترین جواب در ضریب ریسک‌گریزی معادل با ۱/۵ خواهد بود. جواب $\phi=0$ (ریسک خنثی)، سطوح بالایی از تولید انواع محصولات و قیمتهای پایینی را برای برخی از آنها پیشبینی می‌کند. همچنین نتایج حاصل از استخراج توابع عرضه محصولاتی که کمتر ریسک‌آمیزند، با ضریب ریسک گریزی صفر در نظر گرفته می‌شود و برعکس برای محصولاتی که بیشتر ریسک‌آمیزند، با افزایش ضریب ریسک‌گریزی، تابع عرضه آنها به سمت چپ تابع عرضه با ضریب ریسک‌گریزی صفر میل می‌کند. به طور خلاصه می‌توان گفت که با افزایش ضریب ریسک‌گریزی، تولید محصولاتی که کمتر ریسک‌آمیزند اضافه می‌گردد و آنها جایگزین سایر محصولات می‌شوند (Hazell and et.al., 1986)

بلت و همکاران مطالعه‌ای را در مورد کارایی کشاورزان کوچک در اتیوپی انجام دادند. ابزارهای تحلیلی در این تحقیق، برنامه‌ریزی موتاد بوده است. در این مطالعه برای برآورد پارامترهای ریسک‌آمیز مدل، از اطلاعات مربوط به سری زمانی ۷ ساله استفاده شده است. این مطالعه ناکارایی اقتصادی درخور توجهی را در مناطق مورد مطالعه نشان می‌دهد. علاوه بر این نتایج حاصل نمایان می‌سازد که کشاورزان در شرایط موجود، نسبت به آنچه در همین حالت در شرایط بهینه خواهد بود، در سطح بالاتری از ریسک عمل می‌کنند. به عبارت دیگر طرحهای ماکزیمم کننده بازده مورد انتظار، که ریسک را در نظر می‌گیرند، نسبت به طرحهای موجود ریسک کمتری دارند. بنابراین پژوهشگران پیشگفته نتیجه می‌گیرند که کشاورزان کوچک نه تنها برای افزایش درآمد نقدی، بلکه برای کاهش ریسک می‌باید منابع را به طور بهینه تخصیص دهند (Belete and et. al. 1993).

ترکمانی و کلایی، تأثیر ریسک را بر الگوی بهره‌برداران کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی موتاد (MOTAD) و تارگت موتاد (TMOTAD) مشخص ساختند. آنها در مطالعه خود نشان دادند که بهره‌برداران کشاورزی به دلایل گوناگونی از جمله نداشتن کنترل بر عوامل جوی، آفات و بیماریها و وضعیت بازارهای عرضه و تقاضای محصولات و نهاده‌ها، با ریسک

روبه رو هستند، بنابراین روشهایی را در چارچوب برنامه‌ریزی توأم با مخاطره برای برنامه‌ریزی‌های اقتصاد کشاورزی تبیین و توصیه می‌کنند. این دو پژوهشگر همچنین به معرفی روشهای موتاد و تارگت موتاد و مقایسه آنها با یکدیگر و با برنامه‌ریزی خطی پرداختند. مقایسه روشهای پیشگفته با الگوی برنامه‌ریزی خطی نشان داد که در بالاترین ریسک ممکن، نتایج هر سه مدل یکسان است. افزون بر آن با افزایش ریسک، الگوهای برنامه‌ریزی توأم با مخاطره تمایل به جایگزین کردن محصولات دارای بازده بالاتر به جای دیگر محصولات پیدا می‌کنند (ترکمانی و کلایی، ۱۳۷۸) و (Hazell, 1982; Mccamely & Kleibenstein, 1987).

## مبانی نظری مدل موتاد[1]

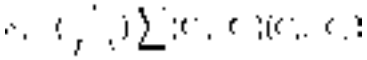
روش برنامه‌ریزی موتاد، تقریب خطی روش برنامه‌ریزی ریاضی توأم با ریسک از نوع درجه دوم[2] (QRP) است. هیزل برای مقابله با مشکلات تخمین ماتریس واریانس-کوواریانس مورد نیاز QRP، پیشنهاد استفاده از انحراف مطلق بازده محصولات از میانگین بازده (MAD)[3] آنها را ارائه کرد. بنابراین در روش موتاد، اندازه‌گیری ریسک براساس معیار MAD صورت می‌گیرد. این معیار را می‌توان بسادگی در الگوی برنامه‌ریزی خطی منظور و آن را با نرم‌افزارهای معمول حل این نوع مسائل اجرا کرد. در شرایطی که درآمد بهره‌برداران دارای توزیع نرمال است، با تغییر درآمد انتظاری الگوی موتاد به صورت پارامتریک، می‌توان جوابهای مشابه با روش QRP ساخت. هیزل و نورتون نشان دادند که اگر $X_j$ و $\delta_{jk}$ به ترتیب نمایانگر سطح فعالیتها و ماتریس واریانس - کوواریانس بین بازده فعالیتهای j و k باشد، می‌توان واریانس بازده کل را به صورت زیر تعیین کرد (Torkamani, 1996a & 1996b):

$$V = \sum_{j}\sum_{k} X_j X_k \delta_{jk}$$

متغیر V در حل مسائل برنامه‌ریزی به روش QRP باید حداقل شود. با این حال هیزل

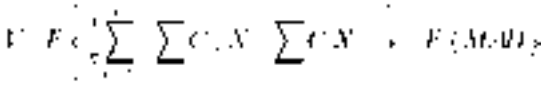
1. minimization of the total absolute deviations (MOTAD)
2. quadratic programming model
3. mean absolute deviation

ثابت کرد که برای محاسبه $\delta_{jk}$ می‌توان رابطه زیر را به کاربرد:

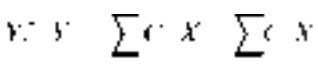


T تعداد مشاهدات نمونه مورد مطالعه، $C_{js}$ بازده فعالیت jام در سال S و $C_j$ میانگین بازده نمونه مورد مطالعه است.

هیزل همچنین نشان داد که با استفاده از رابطه بالا می‌توان تخمین واریانس بازده کل مورد نیاز روش QRP را به نحو زیر محاسبه کرد:

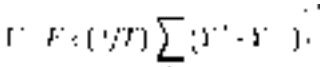


F ضریبی است که MAD نمونه را به واریانس جامعه مربوط می‌سازد. به طور مشخص، $F=T\ \pi/2(T-1)$ و $\pi$ ثابت ریاضی است. اگر انحراف درآمد مزرعه از میانگین خودش در سال t مثبت باشد، با $Y_t^+$ نشان داده می‌شود و اگر منفی باشد با $Y_t^-$؛ در این صورت:

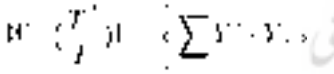


در فرمول بالا $Y_t^+$ و $Y_t^-$ هر دو مثبت‌اند و بنابراین قدرمطلق مقدار انحراف درآمد مزرعه از میانگین را اندازه می‌گیرند. از این دو تنها یکی می‌تواند در سال بزرگتر از صفر باشد. همچنین انحراف در یک زمان مساوی نمی‌تواند هم مثبت و هم منفی باشد.

بنابراین $\sum$ مجموع قدر مطلق مقادیر انحراف درآمد را برای یک طرح زراعی اندازه می‌گیرد. از این رو بر اوردگر MAD واریانس برابر می‌شود با:



چون $F/T^2$ ثابت است، می‌توان V را بر آن تقسیم کرد:



همچنین می‌توان از W جذر گرفت؛ چون مرتب کردن طرحها به وسیله $\sigma$، مشابه مرتب کردن آنها از طریق W است. بنابراین گزینه برنامه‌ریزی زیر را برای فرمول درجه دوم خواهیم داشت:

Minimize:

s.t.

چون تابع هدف این مدل، مینیمم کردن مجموع قدر مطلق انحرافات است هیزل آن را مدل موتاد نامید. این مدل را می‌توان برای به دست آوردن مجموعه طرحهای زراعی V و E با استفاده از برنامه‌ریزی خطی پارامتریک حل کرد. وقتی چنین طرحهایی به دست آمدند، واریانس درآمد آنها را می‌توان با استفاده از بر اوردگر MAD واریانس[(W)(F/T²)] =Vمحاسبه کرد. برای این کار، روشهای دیگری نیز وجود دارد (Watts & Held, 1984; Das & Kar, 1995).

فرم کلی مدل موتاد به شرح زیر است:

minimize:

subject to:

$j = ۱,۰۰۰,m$

$h = ۱,۰۰۰,s$

$\lambda = ۰ \rightarrow z$

Z: مجموع قدرمطلق درآمد ناخالص رشته‌فعالیت‌های گوناگون از مقادیر میانگین آنها، $\bar{Y}_h$: قدرمطلق منفی انحراف درآمد ناخالص کل در hامین سال از بازده میانگین آن، $X_i$: سطح فعالیت تولیدi، $a_{ij}$: سطح jامین نهاده برای هر واحد از فعالیت i، $b_j$: عرضه موجود منبعj، $C_{hi}$: بازده برنامه‌ای فعالیت i در سالh، $g_i$:مقدار میانگین بازده ناخالص فعالیت زراعی یا دامیi، $f_i$: میانگین بازده برنامه‌ای فعالیتi، $\lambda$: پارامتر ثابت از صفر تا Zکل بازده ناخالص مورد انتظار

شکل خلاصه‌تری از مدل موتاد را نیز می‌توان بـه دست آورد. بـا تـوجه بـه ایـنکه مجموع انحرافات منفی در آمدهای کمتر از میانگین [ ∑ )]، می‌باید همیشه با مجموع انحرافـات مثبت بیشتر از میانگین [ ∑ )] برابر باشد، لذا کافی است تا یکی از این دو مجموع را مینیمم و برای به دست آوردن ، نتیجه را در ۲ ضرب کرد.

این کار به آسانی در مدل موتاد زیر انجام شده است:

[illegible]

برای تمام tها:

[illegible]

در نهایت، همان طور که پیشتر نیز اشاره شد، برای ایجاد هماهنگی و درک بهتر تفاوتها و شباهتهای فرمولهای اشاره شده در برنامه‌ریزی توأم با ریسک، فرم عـمومی مـدل مـوتاد را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

[illegible]

M پارامتریک است.

I: ماتریس واحد S×S، Y : بردار S×۱ از سطوح فعالیتهایی است که انحرافات منفی درآمـد را در هـر حـالت اندازه‌گیری می‌کند، M: نصف میانگین قدرمطلق انحرافات درآمد خالص کل

MAD نمونه، برابر ۲M بوده و بنابراین برای محاسبه واریانس درآمد طرح زراعی به جای فرمول ($V=F(\frac{۲M^{۲}}{S})$ از فرمول $V=F(۲M)^{۲}$ استفاده می‌شود. ماتریس D دارای ابعاد S×n است که عـناصر آن انحـراف بـازده هـر فـعالیت از مـیانگین آن را در یک سـال یـا حـالت مـعین

نشان‌می‌دهد (Kumar, 1995; Zimet & Speen, 1986).

## بررسی تجربی مدل

بر اساس مدل موتاد ارائه شده، ۴ متغیر تصمیم در ارتباط با رشته‌فعالیت‌های جنگلداری راش، ممرز، بلوط و توسکا وجود دارد که مربوط به شش سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۷ و به صورت سال ۱ تا ۶ است.

در این مدل، هدف، حداقل کردن مجموع مقادیر مطلق انحرافات درآمد ناخالص کل از درآمد انتظاری بر اساس درآمدهای ناخالص نمونه است. این مدل دارای چهار محدودیت مربوط به منابع دسترس‌پذیر، شامل محدودیت جنگل، نیروی کار، سرمایه و ماشین آلات است که ضرایب مربوطه نیاز یک هکتار کشت هر یک از انواع درخت را به منبع مورد نظر نشان می‌دهد و عددهای سمت راست مربوطه نیز نشاندهنده حداکثر منابع دسترس‌پذیر است. این محدودیتها به شکل زیر تعریف می‌شود:

### ۱. محدودیت جنگل:

$$\sum a_{i1} X_i \leq Forest \qquad (۱۰۰۰۰۰۰۲)$$

که در آن، $X_i$ متغیر مربوط به سطح زیر کشت (پوشش) درخت i است. برای تمام انواع درخت $a_{i1}=۱$ نشاندهنده یک هکتار است. Forest نیز حداکثر مقدار جنگل دسترس‌پذیر در منطقه مورد مطالعه را بر حسب هکتار نشان می‌دهد.

### ۲. محدودیت نیروی کار:

$$\sum a_{i2} X_i \leq LAB \qquad (۱۰۰۰۰۰۰۲)$$

که در آن، $a_{i2}$ تعداد نفر – روز نیروی کار مورد نیاز کشت یک هکتار از درخت i و LAB نیز حداکثر نیروی کار در دسترس بر حسب نفر – روزکار است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

### ۳. محدودیت سرمایه:

$$\sum a_{i۳} X_i \le CAP \qquad (۲\text{-}۱۰۰۰۰۰)$$

که در آن، $a_{i۳}$ نیاز سرمایه‌ای کشت یک هکتار درخت i و CAP نیز حداکثر سرمایه قابل دسترس است. این سرمایه شامل پول نقد، ماشین آلات راه‌سازی در جنگل و در کلیه مراحل کاشت و نگهداری است.

### ۴. محدودیت ماشین آلات:

$$\sum a_{i۴} X_i \le MA \qquad (۲\text{-}۱۰۰۰۰۰)$$

که در آن، $a_{i۴}$ تعداد ساعات کار ماشین آلات مورد نیاز برای کشت یک هکتار درخت i و MA نیز حداکثر ماشین آلات دسترس‌پذیر است. این ماشین آلات عمدتاً در مراحل برداشت مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ مانند تیمبرجک که چوب برداشت شده را از جنگل تا کنار جاده منتقل می‌کند.

### ۵. محدودیت انحرافات منفی از میانگین بازده:

$$\sum_r \sum_i (C_{ri} - g_i) X_i + Y_r^- \ge 0 \qquad (r,r\text{-}۱۰۰۰۰۰)$$

که در آن، $C_{ri}$ بازده درخت i در سال r، $g_i$ میانگین بازده درخت i طی دوره شش ساله و $Y_r^-$ نیز متغیر مربوط به انحرافات منفی از بازده کل است که در مدل مورد براورد، ضریب یک دارد.

محدودیتهای مربوط به سالهای اول تا ششم به صورت انحراف از میانگین درآمد ناخالص هر یک از رشته‌فعالیت‌ها در سالهای مختلف است. برای به دست آوردن این ضریب، درآمد ناخالص هر یک از انواع درخت را در شش سال مورد نظر با یکدیگر جمع می‌کنیم و با تقسیم کردن بر تعداد سالها یعنی عدد شش، میانگین درآمد ناخالص را به دست می‌آوریم. جدول ۲ درآمد ناخالص حاصل از چهار نوع درخت یاد شده را نشان می‌دهد.

**جدول ۲. درآمد ناخالص انواع درخت در جنگلهای استان گیلان**

(واحد: هزار ریال)

| سال | راش | ممرز | بلوط | توسکا |
|---|---|---|---|---|
| ۷۲ | ۷۹۴۴۲۰۲۵ | ۲۶۹۶۴۰۷۵ | ۳۷۶۹۰۲۵ | ۸۵۴۰۲۲۵ |
| ۷۳ | ۹۰۷۷۱۷۰۲۵ | ۳۵۱۳۸۳۲۵ | ۵۱۸۲۶۲۵ | ۹۹۶۷۶۲۵ |
| ۷۴ | ۷۹۶۲۸۴۲۵ | ۳۱۸۱۶۳۲۵ | ۴۲۸۶۴۲۵ | ۸۷۷۵۲۲۵ |
| ۷۵ | ۷۹۹۷۱۲۲۵ | ۳۳۰۹۱۳۲۵ | ۳۷۹۷۴۲۵ | ۸۵۹۷۰۲۵ |
| ۷۶ | ۸۵۷۹۶۴۲۵ | ۳۰۰۵۱۰۷۵ | ۴۳۵۶۸۲۵ | ۹۱۱۵۸۲۵ |
| ۷۷ | ۳۳۱۰۷۶۲۵ | ۱۰۰۳۴۳۲۵ | ۱۴۱۶۶۲۵ | ۳۲۳۵۴۲۵ |

مأخذ: اداره‌کل منابع طبیعی استان گیلان

### ۶. محدودیت پارامتری مدل:

$$\sum f_i X_i \qquad i = 1, \ldots, n$$

که در آن، $f_i$ بازده انتظاری محصول i و E نیز پارامتر مدل است که با تغییر آن می‌توان طرحهای مختلف کشت را در سطوح مختلف درآمد انتظاری کل یا همان E به دست آورد.

## تابع هدف

در مدل موتاد، $\bar{Y}_i$ ضریب یک دارد. بنابراین، هدف، حداقل کردن انحرافات منفی از بازده کل است. با استفاده از آمار سری زمانی مربوط به سالهای ۱۳۷۲-۱۳۷۷ و نیز اطلاعات جمع‌آوری شده از بهره‌برداران و سازمان جنگلها و مراتع، مقدار عددی هر یک از ضرایب مدل موتاد با استفاده از نرم افزار $QSB^+$ محاسبه شده است. شکل کلی مدل موتاد در قالب جدول ۳ آمده است (Phiri, 1995).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

## نتایج و بحث

در مجموع، ۲۰ مدل برحسب مقادیر مختلف درآمد انتظاری (E) برای مدل موتاد محاسبه شد که برخی نتایج حاصل در جدول ۴ آمده است. همان طور که در این جدول مشاهده می‌شود، با افزایش سطح درآمد انتظاری، میزان حداقل شده ریسک یا تابع هدف افزایش می‌یابد. همچنین متناسب با E،میزاندر آمدانتظاریبه‌دست‌آمده‌ازطریق‌الگوی‌بهره‌برداری‌نیزافزایش‌پیدامی‌کند.

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، زمانی که درآمد انتظاری برابر $۲\times۱۰^{۶}$ هزار ریال انتخاب شود مقدار سطح زیر کشت لازم برای اجرای طرح جنگلداری برای گونه‌های راش، ممرز و توسکا به ترتیب برابر ۳/۱، ۰/۲۵ و ۳۱/۲ هکتار خواهد بود و درخت بلوط از برنامه حذف می‌شود. با افزایش E همواره سطح زیرکشت برای اجرای طرح جنگلداری برای این سه گونه درخت افزایش می‌یابد. زمانی که درآمد انتظاری برابر $۹\times۱۰^{۸}$ هزار ریال انتخاب شود گونه بلوط نیز وارد برنامه می‌شود. در این حالت سطح زیرکشت برای اجرای طرح جنگلداری برای گونه‌های راش، ممرز، بلوط و توسکا به ترتیب ۱۲۸۳، ۱۶۷۵/۵، ۲۳۸۱/۸ و ۸۵۸۳ خواهد بود. از این نقطه به بعد هر گاه E افزایش یابد مقدار سطح زیر کشت بلوط و توسکا کاهش می‌یابد. هنگامی که $E=۱/۱\times۱۰^{۹}$ هزار ریال انتخاب شود مقدار سطح زیرکشت بلوط و توسکا در برنامه کاهش می‌یابد و به ترتیب به ۱۷۰۳ و ۸۰۹۹ هکتار می‌رسد؛ یعنی اینکه از این نقطه به بعد هر چقدر ریسک کمتر شود مقدار سطح زیرکشت دو گونه دیگر یعنی ممرز و راش افزوده می‌شود. هنگامی که $E=۵\times۱۰^{۹}$ هزار ریال انتخاب شود گونه راش در برنامه وارد می‌شود و سطح زیرکشت برای اجرای طرح جنگداری این درخت به ۱۷۱۱۶۸ هکتار می‌رسد. از این نقطه به بعد هر چقدر E افزایش یابد مقدار سطح زیر کشت آن تغییر نمی‌کند ولی همان طور که در جدول۴ مشخص شد، با افزایش E همواره میزان تابع هدف و بازده طرح افزایش پیدا می‌کند.

لذا چنانکه در طرح مسئله نیز گفته شد، یکی از مسائل و مشکلات بخش جنگل، جایگزینی پس از برداشت با گونه‌های درختی مناسب است به طوری که بازدهی اقتصادی بیشتری در آینده داشته باشند. در ابتدای امر ممکن است این انتخاب با توجه به مقایسه درآمد ناخالص گونه‌های مختلف انجام گیرد و گونه‌ای از درخت که دارای درآمد ناخالص بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها باشد ترجیح داده شود، اما دخالت دادن ریسک مربوط به کشت گونه‌های درخت که با نوسانهای درآمدی همراه است، نحوه تصمیمگیری را تغییر می‌دهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

براساس نتایج این تحقیق، ریسک مربوط به کشت و درآمد انتظاری هرگونه درخت، سطح زیرکشت آن را تغییر می‌دهد و نشان می‌دهد که با افزایش هر چه بیشتر درآمد انتظاری و کاهش ریسک فعالیت، نهایتاً گونه راش که دارای درآمد ناخالص بیشتر و ریسک کمتر است سطح زیرکشت بیشتری را به خود اختصاص می‌دهد. لذا می‌توان بین گونه‌های جایگزین برای کشت جنگل، با توجه به ریسک فعالیتها و درآمد مورد انتظار، نوعی هماهنگی ایجاد کرد. با توجه به جدول ۴، مجری طرح جنگلداری براساس درآمد انتظاری و حداقل کردن ریسک خود می‌تواند هر یک از برنامه‌های کشت جایگزین را انتخاب کند. هر سطح درآمد انتظاری، الگوی متفاوتی را با توجه به ریسک فعالیت نشان می‌دهد که مجری طرح به دنبال حداقل کردن آن است.

## پیشنهادها

۱. با توجه به اینکه پس از برداشت جنگل کشت جایگزین گونه‌های جنگلی هرساله انجام می‌گیرد، لازم است انتخاب گونه‌های جایگزین براساس ریسک حاصل از کشت هرگونهٔ درخت انجام شود تا نوسانهای درآمدی با توجه به درآمد مورد انتظار به حداقل برسد. لذا با این روش می‌توان یک افق برنامه‌ریزی برای تغییر الگوی ترکیب گونه‌های جنگل با توجه به درآمد مورد انتظار سالانه از این منبع در اختیار داشت.

۲. با استفاده از روشهای برنامه‌ریزی و توأم با ریسک می‌توان در حفظ و حراست و استفاده بهینه از این منبع خدادادی کوشید و برای دستیابی به درآمد مورد انتظار، حجم برداشت را کم کرد و در نتیجه تخریب جنگلها را کاست، ضمن اینکه منابع را به سمت استفاده بهینه برای رفع نیازها سوق داد.

## منابع

۱. پارساپژوه، د. (۱۳۶۶)، استاندارد، جزوه درسی، گروه صنایع چوب دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۲. ترکمانی، ج. (۱۳۷۵الف)، دخالت دادن ریسک در برنامه‌ریزی اقتصادکشاورزی: کاربرد برنامه‌ریزی ریسکی درجه دوم توأم با ریسک، *فصلنامه اقتصادکشاورزی و توسعه*، شماره

۱۵، ص ۱۱۳-۱۳۰.

۳. ترکمانی، ج. (۱۳۷۵ب)، تصمیمگیری در شرایط عدم حتمیت، مجموعه مقالات اولین کنفرانس اقتصادکشاورزی ایران، دانشکده کشاورزی زابل، ۱۵۲-۱۶۵.

۴. ترکمانی، ج. وع. کلایی (۱۳۷۸)، تأثیر ریسک بر الگوی بهینه بهره‌برداران کشاورزی: روشهای برنامه‌ریزی ریاضی توأم با ریسک موتاد (MOTAD) و تارگت موتاد (TMOTAD)، *فصلنامه اقتصاد کشاورزی وتوسعه*، شماره، ۲۵، ص ۷-۲۸.

۵. سازمان جنگلها و مراتع کشور(۱۳۷۶)،دیدگاهها‌وبرنامه‌اجرایی‌دفتربهره‌برداری،تهران.

6. Betlte, A. and et. al.(1993), Efficiency of small scale farmers in Ethiopia: A case study in the base and Warana sub-district, *Agri. Eco.,* 8(3):199-209.

7. Brink, L. and B.A. Mccarl (1978), The trade-off between expected return and risk among corn-belt crop farmers, *Am.J.Agri, Econ.,* 60(2):259-263.

8. Hanf, K. and D. Muller (1979), Risk modeling using direct solution of nonlinear approximations of the utility function, *Am. J.Agri. Econ.,* 67(4):846-850.

9. Hazell, P.B.R. (1982), Application of risk preferenc estimation in farm household and agricultural sector modeles, *Amer. J. of Agr. Eco.,* 64:384-390.

10. Hazell, P.B.R. and R.D. Norton (1986), Mathematical programming for economic analysis in agriculture, Macmillan, New York.

11. Kumar, B. (1995), Trade-off between return and risk in farm planning: MOTAD and TARGET MOTAD approach, *Ind. Agr. Eco.,* 50(2):193-199.

12. Parikh, A. and A. Bernard (1988), Impact of risk on HYV adoption in Bangladesh, *Agr. Eco.*, 2:167-178.

13. Phiri, M.(1993). An application of targetmotad model to crope production in Zambia, Gwembe Vallyas: A cas study, *Agr. Eco.,* 9:15-33.

14. Das, P.S and A. Kar, (1995), Decision - making under uncertainty: Bayesian approach: A case study of Amem Paddy in Midnapore district, *Ind.J.of Agr.Eco.,* 50:59-68.

15. Mccamely, F. and J.B. Kleibenstein (1987), Describing and identifing the complete set of target MOTAD solution, *Amer.J.of.Agr.Eco.,* 69:669-673.

16. Mruthyunjaya and A.S. Sirohi (1976), Enterprise system for stability and growth on drough - prone farms: An application of parametric linear, *Ame. J. of Eco.,* 34:27-42.

17. Schurle and D. Erven (1979), An application of MOTAD Model to crop production in Ohayo, *Agri, Econ.,* 9(1):15-35.

18. Simmons and M. Pomared (1975), A risk - return Model with risk and return measured as deviations from a target return, *Am. Eco. Rev.,* 71(1):182-188.

19. Torkamani, (1996a), Decision criteria in risk analysis: An application of stochastic dominance with respect to a function, *Iran Agr.Res.,* 15: 1-18.

20. Torkamani, J. (1996b), Measuring and incorforating attitudes toward risk into mathematical programming model: The case of farmer in Kavar district Iran, Iran Agr.Res. 15:85-99.

21. Watts, M.J. and L. Held (1984), A comparision of MOTAD to target Motad, *Cana.J.of Agr.Eco.,* 32:85-175.

22. Zimet, D.J. and T.H. Speen (1986), A target MOTAD analysis of a crop and livestoc farm in Jefferson County, Florida, Southearn, *J. of Agr. Eco.,* 18:176-181.