

بررسی تغییرات کاربری اراضی دشت جیرفت در دوره حال و آینده (با نگاهی بر تناسب کاربری اراضی کشاورزی)

- ❖ محسن عادل ساردوئی؛ دانشجوی دکتری، دانشکده اقتصاد و توسعه، دانشگاه تهران، کرج، ایران؛ عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، کرمان، ایران.
- ❖ علی اسدی*؛ استاد دانشکده اقتصاد و توسعه، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
- ❖ خلیل کلانتری؛ استاد دانشکده اقتصاد و توسعه، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
- ❖ علی اکبر براتی؛ استادیار دانشکده اقتصاد و توسعه، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
- ❖ حسن خسروی؛ دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

چکیده

بررسی روند توسعه کشت محصولات بر اساس نیاز آبی در کنار آشکار سازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی تصویر روشنی از وضعیت منابع آبی و تغییرات کاربری اراضی در اختیار برنامه‌ریزان قرار می‌دهد تا آگاهانه‌تر بتوانند در راستای حفظ منابع آب و خاک برنامه‌ریزی نمایند. از این‌رو، تحقیق حاضر با دو هدف کلی صورت پذیرفت. هدف اول، بررسی تغییرات کاربری اراضی در گذشته و پیش‌بینی آن در آینده با استفاده از مدل‌ساز تغییر زمین (LCM) و روش رگرسیون لجستیک بود. آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با به‌کارگیری تصاویر ماهواره Landsat و سنجنده‌های TM (تصویر سال ۱۳۶۹)، ETM+ (تصویر سال ۱۳۸۲) و OLI (تصویر سال ۱۳۹۸) انجام شد. هدف دوم مطالعه، بررسی روند توسعه محصولات کشاورزی از منظر نیاز آبی در سه دهه گذشته بود که بر اساس آمار و اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. مدل‌سازی نیروی انتقال براساس روش رگرسیون لجستیک و متغیرهای مدل رقمی ارتفاع (DEM)، شیب، جهت، زمین‌شناسی، فاصله از گسل، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، فاصله از شهر، شاخص NDVI انجام گرفت و جهت پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در دوره آتی، از زنجیره مارکوف استفاده گردید. همچنین با استفاده از آمار و اطلاعات سه دهه گذشته و اطلاعات سند ملی آبیاری کشور، روند تغییرات سطح زیر کشت محصولات زراعی عمده بر اساس نیاز آبی در دشت جیرفت مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج تغییرات کاربری اراضی حاکی از آن بود که بیشترین افزایش مساحت مربوط به اراضی کشاورزی با ۴۴۴ کیلومتر مربع و بیشترین کاهش مساحت مربوط به اراضی مرتعی (۴۰۴ کیلومتر مربع) بوده است و تخریب اراضی مرتعی و بایر بیشتر در راستای تبدیل این اراضی به اراضی کشاورزی و اراضی مسکونی بوده است. همچنین نتایج حاصل از پیش‌بینی کاربری آینده ۱۴۱۰ با استفاده از مدل LCM نشان داد که در دوره زمانی مورد مطالعه (۱۴۱۰-۱۳۶۹) مساحت اراضی مسکونی و کشاورزی به ترتیب ۵۴/۹ و ۶۶۷/۶۹ کیلومتر مربع افزایش خواهند یافت. نتایج حاکی از آن بود که در سه دهه گذشته کشت محصولات زراعی با نیاز آبی بالا در دشت جیرفت توسعه بیشتری داشته است که با توجه به وضعیت بحرانی منابع آب در دشت جیرفت می‌تواند اثرات منفی برای اکوسیستم این دشت داشته باشد.

کلید واژگان: تغییر کاربری اراضی، توسعه کشت، دشت جیرفت، محصولات زراعی، نیاز آبی.

۱. مقدمه

با افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه تقاضا برای زمین، غذا، مسکن و اشتغال افزایش یافته است و بی‌شک منابع طبیعی تجدید پذیر در سراسر جهان به عنوان عامل سازنده در تکامل ساختار اقتصادی و اجتماعی کشورها نقش ایفا کرده‌اند و اهمیت آنها به عنوان سرمایه‌های طبیعی و ستون توسعه اقتصادی در همه کشورها روشن شده است [۱۰]. در این میان زمین به عنوان بستری در راستای بکارگیری نهاده کار و سرمایه اهمیت داشته و در برخی مناطق زمین‌های کشاورزی و نهاده‌های طبیعی از قبیل مراتع و جنگل‌ها نقش کلیدی در مسیر توسعه ایفا کرده‌اند و با عدم مدیریت صحیح این منابع در فرایند توسعه، رشد اقتصادی تهدید جدی برای منابع طبیعی بوده است [۹].

بر اساس آمار فائو سرانه زمین برای هر نفر در جهان به ۰/۲۷ هکتار کاهش پیدا کرده است و با توجه به روند موجود پیش‌بینی شده که این مقدار به ۰/۲ در افق ۲۰۵۰ کاهش یابد که این آمار در کشورهای در حال توسعه پایین‌تر است. طی همین دوره سرانه مصرف زمین در سال ۲۰۱۶ در کشورهای در حال توسعه ۰/۴۷ هکتار بوده است که پیش‌بینی شده این مقدار به ۰/۱۵ هکتار در سال ۲۰۵۰ کاهش یابد و این مقدار در کشورهای توسعه یافته ۰/۴۷ هکتار است که بالاتر از متوسط جهانی است. این روند در حال پیشرفت است و تغییر کاربری اراضی و سرانه زمین در کشورهای در حال توسعه در مقایسه با متوسط جهانی نگران‌کننده‌تر است [۳۹]. بدون شک این کاهش سرانه زمین و تغییر کاربری اراضی در ایران هم رخ داده است، نگرانی از تغییرات کاربری اراضی به دلیل اثرات مخرب آن است. برخی محققان تأکید داشتند که تغییرات کاربری اراضی از طریق افزایش سطح گازهای گلخانه‌ای،

اثر مهمی بر محیط زیست اعمال می‌نماید [۲۷]. در پژوهشی، محققین به این نتیجه رسیدند که تغییر کاربری اراضی منجر به تخریب و کاهش در تنوع زیستی و سطح بهره‌وری می‌گردد و این تغییرات قادر است منجر به تخریب و کاهش کیفیت آب و خاک گردد [۳۴]. به منظور مدیریت بهتر منابع، آگاهی از وضعیت کاربری اراضی و وضعیت تغییر کاربری اراضی یکی از پارامترهای کلیدی است و مدل‌های کاربری اراضی ابزاری مفید در تجزیه و تحلیل تغییر کاربری اراضی و تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر هستند [۱۲]. مدل‌های برآورد تجربی مانند مدل رگرسیون لجستیک از فنون آماری برای مدل‌سازی ارتباط بین تغییر کاربری زمین و نیروهای اثرگذار براساس داده‌های گذشته استفاده می‌کنند و این توانایی را دارند که با سهولت نسبی متغیرهای بیشتری را وارد فرایند مدل‌سازی کنند [۲۲]. رگرسیون لجستیک در مطالعات مختلفی استفاده شده است از جمله در پژوهشی به پیش‌بینی کاربری اراضی منطقه کوهمره سرخی استان فارس در دوره ۱۳۶۶-۱۳۹۱ با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در مدل LCM پرداختند. نتایج مطالعه آنها حاکی از افزایش سطح اراضی مرتعی و کشاورزی و کاهش سطح اراضی جنگل بود [۷]. در تحقیقی به مقایسه الگوریتم‌های رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی تجربی پتانسیل انتقال تغییر پوشش سرزمین سواحل استان مازندران پرداخته شد و نتایج حاصل از ضرایب کاپا نشان داد که اگرچه رگرسیون لجستیک دقت بالاتری نسبت به شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی پتانسیل انتقال دارد، اما خطی کردن متغیرها، تأثیر زیادی در افزایش صحت مدل در منطقه مورد مطالعه نداشته است [۱۸].

پژوهشگران در منطقه مالوپولسکا کشور لهستان با

طبیعی، محققان را بر آن داشته تا با انجام مطالعات گسترده با هدف روشن ساختن نقش و اهمیت این منابع برای تصمیم‌گیران در سطح کلان و کمک به تصمیم‌سازی بهتر برای بهره‌برداری از محیط زیست تلاش بیشتری نمایند [۲۱].

بر اساس مرور منابع مشخص شد که مطالعات زیادی در زمینه تغییرات کاربری اراضی در داخل و خارج کشور صورت پذیرفته است اما در هیچ یک از مطالعات الگوی توسعه محصولات کشاورزی از منظر نیاز آبی در سال‌های گذشته در کنار مطالعه تغییر کاربری اراضی صورت نپذیرفته است و از این جنبه اولین مطالعه‌ای است که از این منظر به موضوع تغییر کاربری اراضی پرداخته است. در محدوده جغرافیایی مورد مطالعه، [۲۵] به بررسی تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۰ با تصاویر ماهواره‌ای لندست پرداختند و نشان دادند بیشترین تغییرات مکانی در اراضی باغی و زراعی صورت گرفته و در طی این ۲۳ سال ۷/۵ درصد به وسعت اراضی مسکونی افزوده شده است و همچنین ۳۲/۰۷ درصد از وسعت اراضی بایر کاسته شده است. تا کنون هیچ تحقیقی در منطقه بر روی پیش‌بینی کاربری اراضی صورت نگرفته همچنین از آخرین داده‌های تحقیقات قبلی ۱۰ سال گذشته است، لذا در این مطالعه با رویکردی متفاوت به بررسی تغییرات کاربری اراضی پرداخته خواهد شد. هدف‌های اصلی این پژوهش را به سه دسته می‌توان تقسیم کرد؛ اول: آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی طی سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۲۰ در انواع کاربری اراضی موجود در دشت جیرفت و مطالعه آن در سطح دهستان‌ها که گام مثبتی برای دستیابی به وضعیت موجود و ارائه تصویر روشن برای تصمیم‌گیری در راستای مدیریت بهتر اراضی است. دوم: پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی تا سال ۱۴۱۰ بر اساس مدل‌سازی رگرسیون لجستیک و زنجیره مارکوف با کمک مدل LCM است که انتظار می‌رود منجر به ارائه

استفاده از داده‌های آماری، تغییر وضعیت کاربری اراضی کشاورزی در کلاس‌های مختلف کیفی خاک را مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها بیان داشتند که ۶۸ درصد تغییر کاربری اراضی کشاورزی به کاربری مسکونی است [۱۱]. در مطالعه‌ای روند کاربری اراضی و عوامل مؤثر بر آن را در دشت سیلابی کیلومبره در جنوب شرقی کشور تانزانیا با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی مورد بررسی قرار داده شد. آن‌ها نشان دادند بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ اراضی کشاورزی و مرتع ۱۱/۳ و ۱۳/۳ افزایش یافته در حالی که سطح اراضی دشت سیلابی از ۴/۶ درصد در سال ۱۹۹۰ به ۰/۹ درصد در سال ۲۰۱۶ کاهش یافته است [۳۰]. پیش‌بینی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM تغییرات در اراضی تالاب میقان در استان مرکزی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاکی از بیشترین کاهش در اراضی مرتعی و دریاچه نمک بود. آن‌ها همچنین نشان دادند که کاربری تالاب، معدن، فاضلاب و سازه‌های دست بشر به ترتیب ۹۶، ۷۶، ۷۱ و ۴۲ درصد افزایش داشته است و در همین مدت اراضی مرتعی و دریاچه نمک به ترتیب ۱۱/۶ و ۷/۴ درصد کاهش و وسعت داشته اند [۵]. در پژوهشی با استفاده از مدل Dyna-CLUE به بررسی تغییر کاربری اراضی در حوزه مرداغ چای دریاچه ارومیه پرداخته شد. نتایج نشان داد که به قیمت تخریب مراتع طی دوره ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۵ حدود ۲۱ درصد به سطح زیر کشت اراضی زراعی و باغی افزوده شده است. همچنین آن‌ها بیان کردند به منظور دستیابی به مدیریت پایدار منابع آب، کاربری اراضی نقش کلیدی ایفاء می‌کند و منجر به تفاوت در کاربری‌های آینده اراضی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌گردد [۳۵].

طی سال‌های گذشته، با افزایش چشم‌گیر مشکلات ناشی از تخریب محیط زیست و برداشت بی‌رویه از منابع

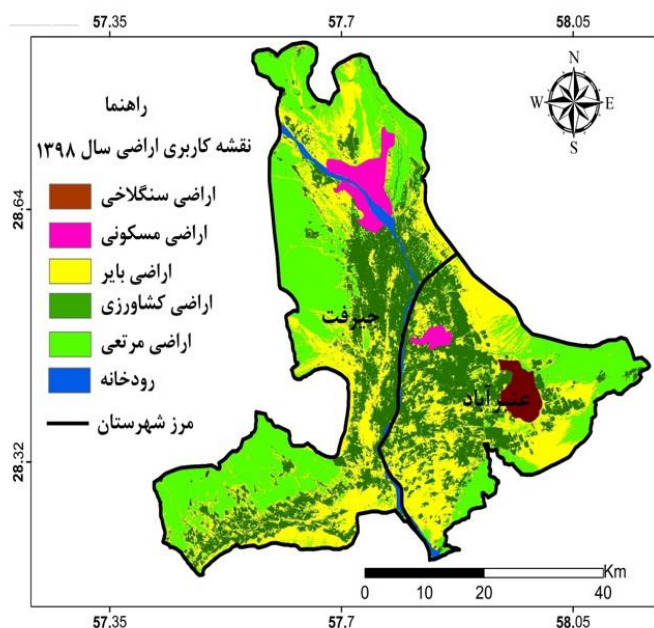
منطقه مورد مطالعه ۱۷۲/۷ میلی‌متر است. حداقل ارتفاع و حداکثر ارتفاع در منطقه به ترتیب ۴۹۷ و ۱۳۲۶ متر از سطح دریا است. دشت جیرفت دارای شش کاربری اراضی شامل اراضی کشاورزی، اراضی بایر، اراضی سنگلاخی، مرتع، رودخانه و اراضی مسکونی است. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان کرمان را نشان می‌دهد. همچنین دارای سه اقلیم متفاوت جغرافیای سرد کوهستانی منطقه ساردوئیه، معتدل کوهستانی منطقه دلفارد و جبال بارز و گرم مرطوب نواحی دشت جیرفت است. پرباران ترین ماه در دشت جیرفت بهمن ماه با اختصاص حدود ۲۴ درصد از بارندگی سالانه به خود و کم بارش ترین ماه شهریور می‌باشد که ۱/۳ درصد از کل بارش سالانه را دارا می‌باشند. دمای متوسط سالانه از کمتر از ۲ درجه سانتی‌گراد حوضه (ارتفاعات شرق جیرفت) تا بیش از ۲۶ درجه سانتی‌گراد در قسمت‌های جنوبی در نوسان می‌باشد. سردترین ماه سال در ایستگاه‌های مورد مطالعه عموماً دی‌ماه با دامنه نوسانات از ۱/۴- تا ۱۵/۲ درجه سانتی‌گراد و گرمترین ماه سال در اکثر ایستگاه‌ها تیرماه با دامنه نوسانات از ۱۷/۶ تا ۳۷/۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد [۱].

مدلی شود که برای تصمیم‌سازی مدیران و تصمیم‌گیران در سطح منطقه مورد استفاده قرار گیرد. سوم: فعالیت کشاورزی سهم به سزایی در اقتصاد ساکنین در دشت جیرفت دارد و تولیدات این منطقه در امنیت غذایی کشور نیز حائز اهمیت است [۱]. متأسفانه طی سالیان گذشته با کاهش در کمیت و کیفیت منابع آبی، مسئله آب را به یک موضوع کلیدی در این دشت تبدیل شده است [۱۵ و ۳۲] از این‌رو در این مطالعه روند توسعه الگوی کشت محصولات عمده زراعی طی سه دهه مورد بررسی قرار گرفته است تا با آگاهی از روند موجود بتوان به تصویر بهتر از مسائل آب و خاک این دشت دست یافت.

۲. روش شناسی

۲.۱. معرفی منطقه مورد مطالعه

دشت جیرفت با مساحت ۲۲۳۹ /۲ کیلومتر مربع در جنوب شرق ایران در استان کرمان واقع شده است. منطقه مورد مطالعه در عرض جغرافیایی ۱۰' ۲۸° تا ۵۵' ۲۸° درجه شمالی و طول جغرافیایی ۱۰' ۵۸° تا ۲۵' ۵۷° درجه شرقی قرار گرفته است. متوسط بارش سالانه در



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

۲.۲. روش تحقیق

۲.۲.۱. تهیه نقشه کاربری اراضی

برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای Landsat به ترتیب سنجنده‌های TM، ETM+، OLI (۱۳۶۹، ۱۳۸۳ و ۱۳۹۸) و از روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال برای تهیه نقشه‌های پوشش اراضی استفاده شد [۱۴]. علت انتخاب روش حداکثر احتمال دقت بالای این روش در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در پژوهش‌های متعدد از جمله [۶] می‌باشد. شش کلاس کاربری اراضی کشاورزی، اراضی بایر، اراضی سنگلاخی، اراضی مرتعی، رودخانه و اراضی مسکونی در منطقه مشخص شد. همچنین دلیل انتخاب این سال‌ها هم این بود که مدل LCM برای پیش‌بینی کاربری اراضی نیاز به سه نقشه کاربری اراضی دارد و از سویی دیگر سعی شد تا سال ابتدایی قبل از احداث سد جیرفت باشد و سال انتها هم آخرین سال پژوهش است و سال ۱۳۸۳ هم تقریباً به عنوان سال میانی شده است.

۲.۲.۲. بررسی صحت طبقه‌بندی

برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر در سال‌های ۱۳۶۹، ۱۳۸۳ و ۱۳۹۸، ابتدا نقاط کنترل زمینی با استفاده از Google Earth و برداشت میدانی (۲۱۰ نقطه) به دست آمد و سپس این نقاط واقعیت زمینی با تصویر طبقه‌بندی شده مقایسه شدند و ضریب کاپا برای هر طبقه و کاپای کلی محاسبه شد هر قدر ضریب کاپا به یک نزدیکتر نشان‌دهنده صحت بالای طبقه‌بندی است [۶، ۱۶]. ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده سال‌های ۱۳۶۹، ۱۳۸۳، ۱۳۹۸ با استفاده از تفسیر بصری و نقاط کنترل زمینی که در طول زمان تغییر نکردند، محاسبه شد [۳۷].

۲.۲.۳. مدل LCM (Land Change Modeler)

مدل‌ساز تغییر سرزمین یا LCM (قابل دسترس در نرم‌افزار IDRISI و به صورت اکستنشن در ArcGIS ابزاری برای ارزیابی و طراحی تغییر پوشش زمین است و کاربری اراضی یا پوشش زمین را تجزیه و تحلیل می‌کند [۱۳، ۱۴]. این مدل قادر به ایجاد سناریوهای تغییر اراضی با ادغام عامل‌های زیستی، فیزیکی و اجتماعی - اقتصادی است که در تغییر کاربری اراضی تأثیر گذارند. مراحل مدل‌سازی در چهار مرحله بررسی تغییرات، انتخاب متغیرهای مستقل، مدل‌سازی پتانسیل انتقال، پیش‌بینی کاربری اراضی و ارزیابی صحت مدل‌سازی صورت گرفته است.

۲.۲.۴. آشکار سازی تغییرات

آشکار سازی دقیق و به موقع تغییرات کاربری اراضی، پایه‌ای برای فهم بهتر روابط و تعاملات انسان و پدیده‌های طبیعی برای مدیریت و استفاده بهتر از منابع را فراهم می‌آورد. یکی از روش‌های آشکار سازی پس از طبقه‌بندی، جدول بندی افقی است. این تغییرات که بین دو سال اتفاق می‌افتد، شناسایی می‌شوند و به عنوان یک زیر مدل در نظر گرفته می‌شوند. زیر مدل‌ها شامل یک یا گروهی از تبدیل کاربری‌ها است که محرک‌های اصلی محسوب می‌شوند. برای مدل‌سازی پتانسیل تبدیل هر کاربری در مدل LCM قبل از هر کاری باید زیر مدل‌ها مشخص شود. برای انتخاب زیر مدل‌هایی با بیشترین صحت، لازم است که مدل با چند سناریو مختلف اجرا شود [۱۸]. در نهایت برای مدل‌سازی ۵ زیر مدل (اراضی بایر به کشاورزی، کشاورزی به بایر، مرتع به مسکونی، مرتع به بایر و مرتع به کشاورزی) و ۳ سناریو انتخاب می‌گردد. سناریو ۱، ۲ و ۳ به ترتیب طی دوره ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۳، ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۸ و ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۵.۲.۲. انتخاب متغیرهای مستقل

در این تحقیق ۹ متغیر مدل رقومی ارتفاع (DEM)، شیب، جهت، زمین شناسی، فاصله از گسل، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، فاصله از شهر، شاخص NDVI مورد استفاده قرار گرفتند.

متغیرهای استفاده شده در تحقیق حاضر در اغلب مطالعات مدل سازی تغییرات کاربری اراضی استفاده می شوند. به عنوان مثال، نزدیکی به جاده، شهر و حاشیه ی جنگل/ غیر جنگل در جنوب کامرون متغیرهای مهمی در مدل سازی تغییرات جنگل گزارش شدند [۲۶]. ارتفاع و نزدیکی به جاده نیز عوامل مهمی در تغییرات جنگل در زمین های کم ارتفاع سوماترا تشخیص داده شدند [۵] و [۲۳]. شکل (۲) نقشه متغیرهای مورد استفاده در مدل LCM را نشان می دهد.

۶.۲.۲. مدل سازی پتانسیل انتقال

بعد از انتخاب زیر مدل ها و طبق متغیرهای مستقل انتخاب شده، مدل سازی پتانسیل تبدیل هر کاربری با روش رگرسیون لجستیک انجام شد. به این مفهوم که هر پیکسل از تصویر برای تغییر از یک کاربری به نوع دیگر چقدر پتانسیل دارد [۱۸]. در این مرحله از مدل سازی، نیروی انتقال از یک کاربری (مثل مرتع) به کاربری دیگر (نظیر کشاورزی) با توجه به متغیرهای توضیحی (مثل شیب، نزدیکی به جاده)، صورت گرفته است. خروجی این قسمت، نقشه پتانسیل برای هر تغییر (مثلاً از کاربری مرتع به اراضی زراعی) بود.

رگرسیون لجستیک از روش برآورد حداکثر احتمال برای پیدا کردن بهترین مجموعه پارامترهایی که مدل را بهتر برازش می کنند، استفاده می کند. خروجی مدل، ضریب هایی بین صفر و یک خواهد داشت که از طریق تئوری فازی به احتمالات بیشتر از ۰/۵ ارزش یک (تغییر)

و کمتر از ۰/۵ ارزش صفر (عدم تغییر) می دهد و نقشه بولین تخریب را تولید می کند. رگرسیون لجستیک با این فرض به کار می رود که احتمال یک بودن متغیر وابسته از منحنی لگاریتمی پیروی می کند و مقدار آن توسط رابطه (۱) تخمین زده می شود:

$$P(Y=1|X) = \exp(nBX) / (1 + \exp(nBX)) \quad \text{معادله ۱}$$

P: احتمال یک بودن متغیر وابسته، X: متغیر مستقل، B: پارامترهای برآورد شده، Y: متغیر وابسته. با تغییر در رابطه ۱، رابطه ۲ به دست می آید:

$$\log_e \left(\frac{P}{1+P} \right) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k + error \quad \text{معادله ۲}$$

این تغییر لگاریتمی باعث شد احتمال پیش بینی شده در دامنه صفر تا یک پیوسته باشد و خروجی مدل به صورت یک نقشه پیش بینی مکانی احتمال تخریب ارائه شد و ارزیابی مدل رگرسیون برازش یافته با محاسبه شاخص ROC، Chi square و Pseudo R² انجام شد [۱۴].

آزمون Chi square: تستی معتبر و معمولی برای رگرسیون لجستیک است. چنانچه این آماره در سطح ۹۵ درصد معنی دار باشد ($Chi^2 > 14.1$)، فرضیه صفر (H₀) رد می شود. Pseudo_R²: مفهوم R² در رگرسیون لجستیک با موارد مشابه متفاوت است. در شکل عادی در رگرسیون غیر لجستیکی میزان ضریب تبیین R² تغییر پذیری کلی متغیرها در مدل را نشان می دهد. در حالی که در رگرسیون لجستیک به دلیل سر و کار داشتن با داده هایی که ماهیتاً دارای همبستگی مکانی هستند، اندازه نمونه مشخص نیست، بنابراین از واژه شبه برای R استفاده می شود. در هر حال استفاده از این معیار در مدل رگرسیون

محصولات زراعی عمده که در دشت جیرفت توسط کشاورزان کشت شده‌اند مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین با استفاده از اطلاعات سند ملی آبیاری کشور که به نرم افزار NETWAT شناخته شده است و به طور گسترده‌ای توسط کارشناسان بخش کشاورزی و منابع آب مورد استفاده قرار می‌گیرد نیاز آبی گیاهان مورد مطالعه قرار گرفت [۸].

۳. نتایج

۳.۱. ارزیابی صحت نقشه‌های کاربری اراضی

در جدول (۱) مقادیر ضریب کاپا و صحت کلی نقشه‌های کاربری اراضی تولیدشده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های مورد مطالعه ارائه شده است. هر چه ضریب کاپا به ۱ نزدیکتر باشد، نشان‌دهنده توافقی بیشتر نقشه تولید شده به مقادیر واقعی می‌باشد. در تمامی سال‌ها ضریب کاپا نزدیک به یک بوده که نشان‌دهنده قابل قبول بودن مدل است. همچنین صحت کلی، بین صفر تا ۱۰۰ است و هر چه این عدد به ۱۰۰ نزدیکتر باشد نشان‌دهنده دقت بیشتر نقشه تولید شده خواهد بود. نتایج جدول (۱) نشان‌دهنده صحت بالای نقشه‌های تولید شده است.

لجستیک برای بررسی صحت مدل توسط [۱۹] تأیید شده است. طبق مطالعات این پژوهشگران میزان قابل قبول Pseudo_R² برای تأیید صحت مدل در محدوده ۰/۴-۰/۲ است. ROC: این آماره، آماره‌ای مناسب برای ارزیابی اعتبار مدل است و می‌توان از آن برای مقایسه تصویر مدل‌سازی شده با نقشه واقعی استفاده کرد. ارزش ۱ نشان‌دهنده توافقی مکانی کامل و ارزش ۰/۵ نشان‌دهنده توافقی کم مدل با واقعیت است [۱۹].

۷.۲.۲. پیش‌بینی کاربری اراضی

خروجی‌های مرحله مدل‌سازی پتانسیل انتقال به عنوان ورودی‌های مرحله پیش‌بینی تغییرات به کار می‌روند. مقدار تغییرات هر انتقال با استفاده از زنجیره مارکوف پیش‌بینی می‌شود و نقشه تغییرات کاربری اراضی در مدل LCM تهیه شد.

۸.۲.۲. مطالعه نیاز آبی و روند توسعه محصولات زراعی

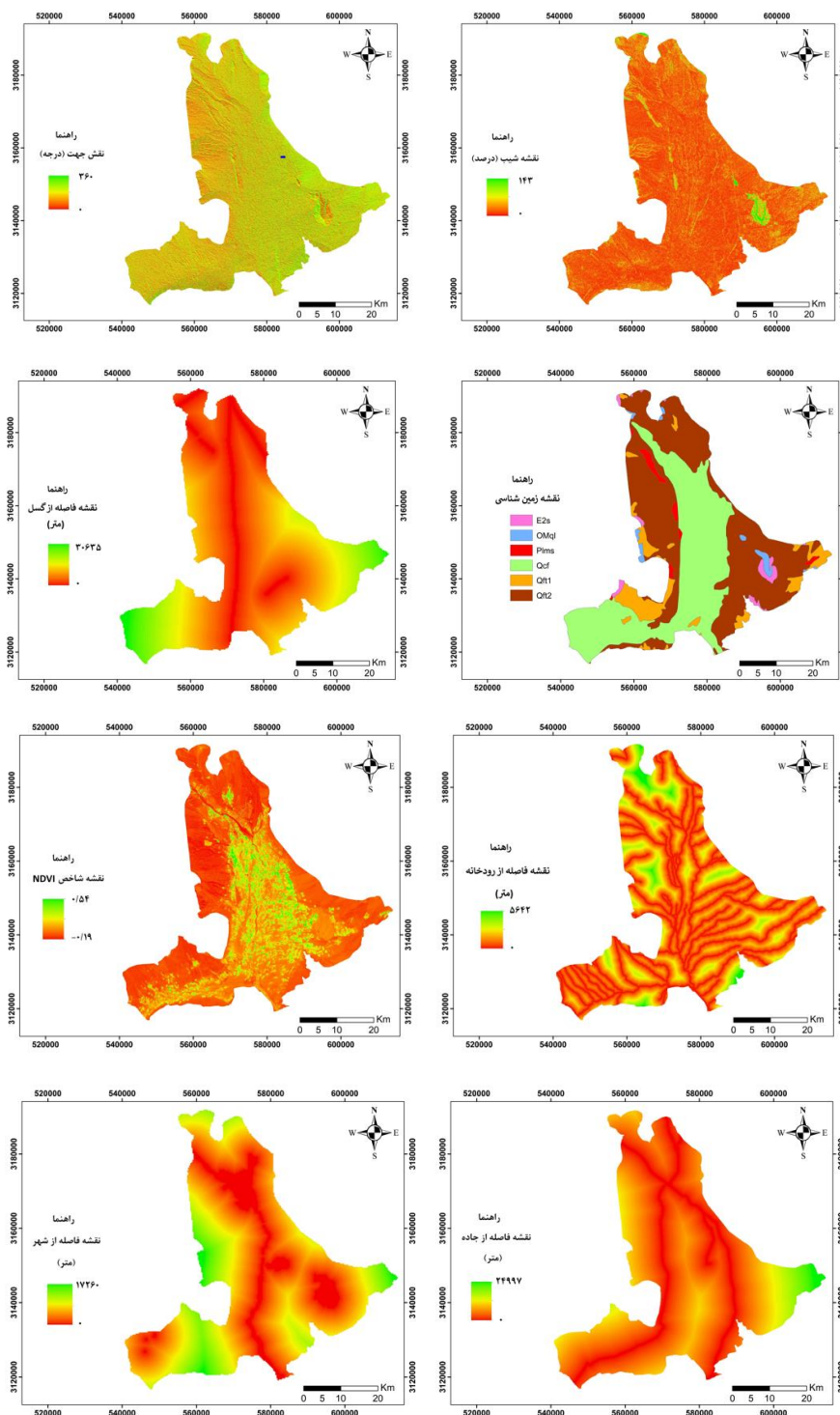
عمده بر اساس نیاز آبی در دشت جیرفت سطح زیر کشت محصولات طی سه دهه گذشته از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۷ با استفاده از آمار و اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی جنوب کرمان استخراج شد. در این مطالعه

جدول ۱. ارزیابی صحت نقشه‌های تولید شده با استفاده از آماره کاپا

سال	ضریب کاپا	صحت کلی
۱۳۶۹	۰/۸۵	۸۹/۳٪
۱۳۸۳	۰/۷۹	۸۴/۶٪
۱۳۹۸	۰/۸۷	۹۳/۹۴٪

کاربری اراضی است و همچنین بر اساس پیشینه مطالعاتی است که در این زمینه انجام شده است [۶].

شکل (۲) نقشه متغیرهایی را که در مدل LCM مورد استفاده قرار گرفته‌اند را نشان می‌دهد. علت انتخاب این متغیرها نیز تأثیرگذاری این پارامترها در پیش‌بینی نقشه



شکل ۲. نقشه متغیرهای مورد استفاده در مدل LCM

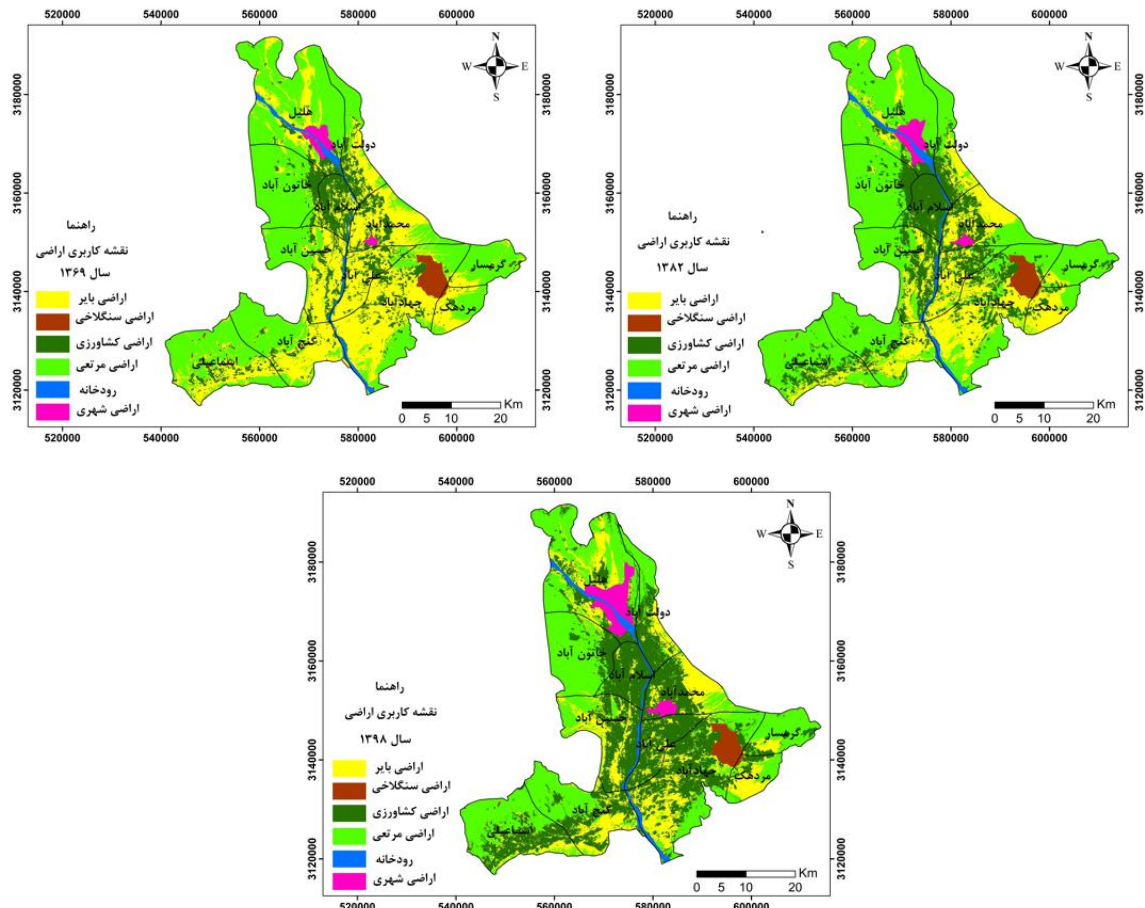
۲.۳. نقشه کاربری اراضی

لندست ۸ سنجنده OLI (۱۳۹۸) و در سال‌های ۱۳۶۹، ۱۳۸۳ و ۱۳۹۸ به دست آمد که در ادامه در شکل (۳)

با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ سنجنده TM (۱۳۶۹)، لندست ۷ سنجنده ETM+ (۱۳۸۳) و

از سطح اراضی و مرتعی طی سه دهه گذشته در اراضی دشت جیرفت کاسته شده است.

نشان داده شد. توسعه سطح اراضی با کاربری کشاورزی و مسکونی طی دوره‌های مورد مطالعه به وضوح مشخص است همچنین از خروجی شکل (۳) می‌توان بیان کرد که



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی در سه دوره زمانی مورد مطالعه در دشت جیرفت

به نتایج جدول (۲) شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی (NDVI) بیشترین ضریب همبستگی را با طبقات کاربری اراضی نشان داده است.

۳,۳. بررسی متغیرهای مستقل

همچنین جدول (۲) ضریب همبستگی کرامر بین متغیرها و طبقات کاربری اراضی را نشان می‌دهد. با توجه

جدول ۲. ارتباط بین متغیرها و طبقات کاربری اراضی

متغیرها	ضریب همبستگی کرامر	متغیرها	ضریب همبستگی کرامر
شیب	۰/۰۶	فاصله از رودخانه	۰/۱۳
جهت	۰/۰۳	فاصله از غسل	۰/۲۰۳
ارتفاع	۰/۲۴۹	فاصله از شهر	۰/۳۸۷
زمین شناسی	۰/۰۵	شاخص NDVI	۰/۴۵۵
فاصله از جاده	۰/۲۰۱		

۴.۳. مدل سازی پتانسیل انتقال

مدل سازی پتانسیل انتقال با استفاده از رگرسیون لجستیک انجام شد. سه عامل ROC، χ^2 و Pseudo R^2 ، برای ارزیابی مدل سازی پتانسیل انتقال تعیین شدند

(جدول ۳). مقادیر بالای ROC، χ^2 و Pseudo R^2 در همه زیر مدل ها صحت بالایی را نشان داد. دلیل استفاده از سه عامل فوق برای ارزیابی مدل سازی، بالا بردن دقت کار می باشد.

جدول ۳. ارزیابی صحت رگرسیون لجستیک

زیر مدل	ROC	Pseudo R^2	χ^2
اراضی بایر به کشاورزی	۰/۹۲۹	۰/۴۵۸	۴۴۷۳۸۴/۵
اراضی کشاورزی به بایر	۰/۹۲۴	۰/۴۰۲	۵۳۷۸۰/۵
اراضی مرتعی به مسکونی	۰/۹۸۷	۰/۸۱۲	۱۵۸۲۸۶
اراضی مرتعی به بایر	۰/۸۱۴	۰/۲۲۶	۲۷۹۰۱۵
اراضی مرتع به کشاورزی	۰/۹۷۳	۰/۷۶۱	۳۸۲۳۸۳/۹

۵.۳. ارزیابی صحت نقشه های پیش بینی شده

نتایج حاصل از صحت سنجی مدل LCM برای سناریوهای مختلف با استفاده از آماره های کاپا در جدول (۴) ارائه گردیده است. با توجه به جدول مذکور، سناریو ۳

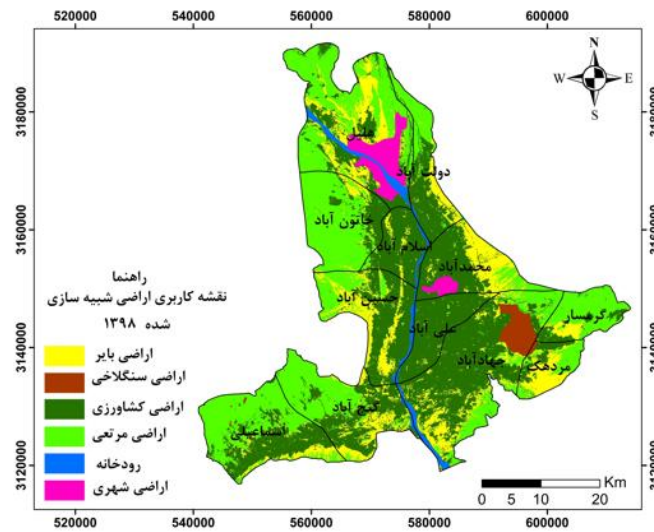
(طی دوره واسنجی ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۸) با توجه ضرایب کاپا بالاتر، دارای قابلیت بالایی برای مدل سازی پتانسیل انتقال است. در ادامه شکل (۴) نقشه کاربری اراضی شبیه سازی شده ۱۳۹۸ براساس سناریو ۳ را نشان می دهد.

جدول ۴. صحت سنجی نتایج در سناریوهای مختلف با استفاده از آماره های کاپا

پارامترهای صحت سنجی	سناریو ۱	مقادیر سناریو ۲	سناریو ۳
Kno	۰/۹۳۶	۰/۹۵۲	۰/۹۸۱
Klocation	۰/۸۵۴	۰/۹۶۶	۰/۹۷۳
Kstandard	۰/۸۱۷	۰/۹۳۱	۰/۹۶۵

{Kno: تطابق کلی} - {Klocation: تطابق ناشی از مکان بین دو کلاس در نقشه های واقعیت و مقایسه} - {Kstandard: تطابق ناشی از

مقدار بین دو کلاس در نقشه های واقعیت و مقایسه}



شکل ۴. نقشه کاربری اراضی شبیه سازی شده سال ۱۳۹۸

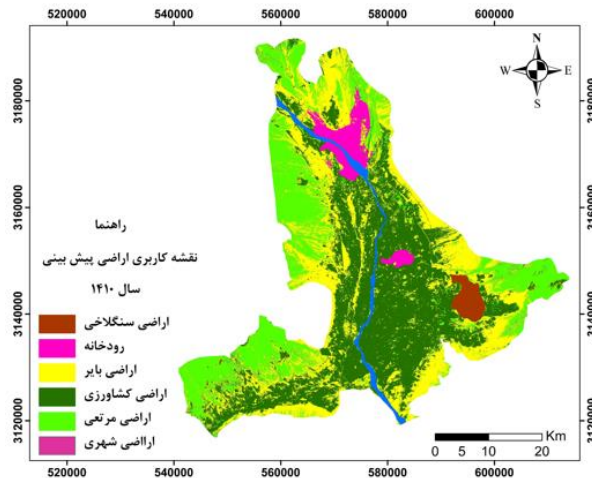
اراضی کشاورزی می‌باشد. پس از تشکیل ماتریس انتقال، نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده مربوط به سال ۱۴۱۰ با استفاده از سناریوی ۳ و زنجیره مارکوف تهیه گردید. شکل (۵) نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده ۱۴۱۰ را نشان می‌دهد.

۳.۶. پیش‌بینی کاربری اراضی آینده

در این مرحله احتمال انتقال به هر کاربری با استفاده از زنجیره مارکوف صورت پذیرفت (جدول ۵). طبق نتایج، حداکثر احتمال انتقال مربوط به تبدیل اراضی بایر به

جدول ۵. ماتریس احتمالات انتقال محاسبه شده با استفاده از زنجیره مارکوف برای سناریوی ۳

سال ۱۳۶۹	سال ۱۳۹۸					رودخانه
	اراضی سنگلاخی	اراضی مسکونی	اراضی بایر	اراضی کشاورزی	اراضی مرتعی	
اراضی سنگلاخی	۱	۰	۰	۰	۰	۰
اراضی مسکونی	۰	۱	۰	۰	۰	۰
اراضی بایر	۰	۰	۰/۳۸۸	۰/۶۱۲	۰	۰
اراضی کشاورزی	۰	۰	۰/۱۳۴	۰/۸۶۷	۰	۰
اراضی مرتعی	۰	۰/۰۳۴	۰/۳۲۶	۰/۱۹۱	۰/۴۴۸	۰
رودخانه	۰	۰	۰	۰	۰	۱

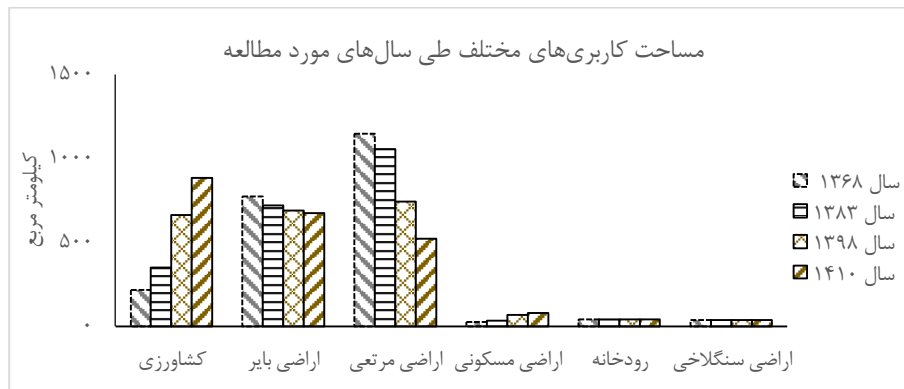


شکل ۵. نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده مربوط به سال ۱۴۱۰ (با استفاده از سناریوی ۳)

۷.۳. بررسی تغییرات کاربری اراضی

شکل (۶) به طور واضح روند تغییرات هر یک از کاربری‌ها را بین سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۴۱۰ نشان می‌دهد. به وضوح افزایش کاربری کشاورزی قابل مشاهده است، به دلیل تفاوت اعداد روند افزایش اراضی مسکونی کمتر نمود دارد اما در مقیاس خود قابل توجه است و تفاوت قابل توجهی با کاربری اراضی رودخانه‌ای و سنگلاخی دارد که تغییرات خیلی جزئی داشته‌اند که به آن‌ها نیز اشاره شده است. سیر نزولی اراضی بایر و مرتعی از نکات قابل توجه در نمودار زیر است که به طور چشم‌گیری روند کاهشی اراضی مرتعی بیشتر از اراضی بایر بوده است. این موارد خود نشان دهنده افزایش در اراضی کشاورزی طی دوره مورد مطالعه به هزینه کاسته شدن از اراضی مرتعی با شدن بیشتر و اراضی بایر با شدت کمتر است.

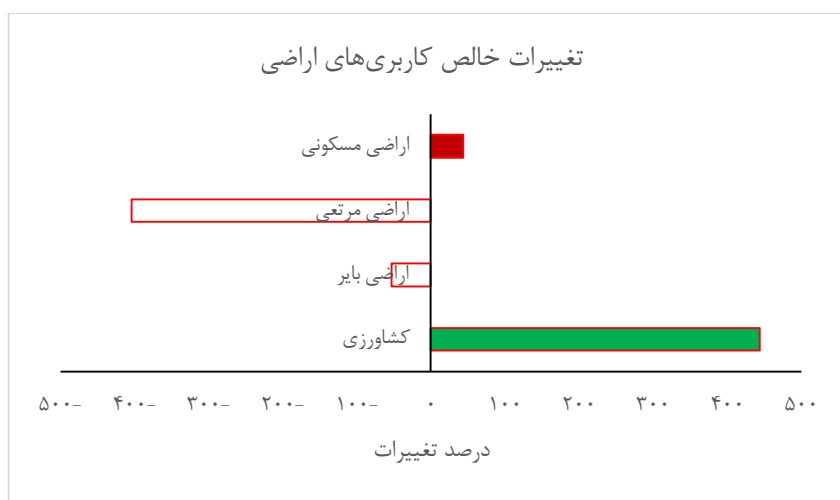
پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی در دوره‌های مختلف اقدام به آشکارسازی تغییرات و بررسی تغییرات اتفاق افتاده شد. این تغییرات شامل کاهش‌ها، افزایش‌ها و تغییرات خالص برای هر طبقه و انتقال از یک طبقه به طبقه‌های دیگر بود. شکل (۶)، مساحت طبقات مختلف کاربری اراضی در طی سال‌های ۱۳۶۹-۱۴۱۰ نشان می‌دهد. نتایج بررسی تغییرات در طی دوره ۱۳۶۹-۱۳۹۸ حاکی از افزایش اراضی کشاورزی و مسکونی و کاهش اراضی مرتعی و اراضی بایر است. کاهش اراضی مرتعی و بایر در راستای تبدیل این اراضی به اراضی مسکونی و کشاورزی بوده است. همچنین بررسی روند تغییرات در دوره آینده ۱۴۱۰ حاکی از افزایش اراضی کشاورزی و مسکونی بود.



شکل ۶. مساحت طبقات مختلف کاربری اراضی در سال‌های مختلف

می‌باشد. هم چنین مساحت اراضی بایر به میزان ۵۳ کیلومتر مربع کاهش و مساحت اراضی مسکونی به میزان ۴۳/۹ کیلومتر مربع افزایش می‌یابد و اراضی سنگلاخی و رودخانه بدون تغییر خواهند ماند.

شکل (۷) تغییرات خالص طبقات مختلف کاربری اراضی را در طی دوره ۱۳۶۹-۱۳۹۸ (سناریو ۳) برحسب کیلومتر مربع نشان می‌دهد. با توجه به این شکل بیشترین افزایش مربوط به اراضی کشاورزی ۴۴۴ کیلومتر مربع و بیشترین کاهش مربوط به اراضی مرتعی ۴۰۴ کیلومتر مربع



شکل ۷. تغییرات خالص کاربری‌های اراضی در سناریو ۳ (دوره واسنجی ۱۳۶۹-۱۳۹۸)

است.

بین سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۸ درصد تغییرات اراضی کشاورزی در همه دهستان‌ها مثبت بوده است و این بیان می‌کند که حجم اراضی کشاورزی در کل دهستان‌ها طی سال‌های مطالعه افزایش یافته است. بیشترین مقدار افزایش درصد اراضی کشاورزی در دهستان گنج آباد و کمترین نرخ افزایش با ۴۸ درصد افزایش در اراضی دهستان اسلام آباد رخ داده است.

در خصوص کاربری مسکونی ذکر این مسئله حائز اهمیت است که به دو دلیل آمار در ده دهستان ارائه نشده است. اول اینکه حجم تغییرات در کاربری اراضی مسکونی در این دهستان‌ها بسیار اندک است (کمتر از ۱ درصد) و دلیل دوم آن این است که بنا به آمار و اطلاعات سرشماری نفوس و مسکن از ۳۹۱۲۹۶ نفر ساکن در محدوده اراضی

درصد تغییر کاربری‌ها در دهستان‌ها در جدول (۶) نشان داده شده است بر اساس نتایج جدول مشخص است که در دهستان خاتون آباد درصد تغییر اراضی بایر بسیار بالاست این نشان از افزایش شدید اراضی بایر در این دهستان است.

بر اساس اطلاعات به دست آمده اراضی با کاربری مرتعی در طول این ۲۰ سال با کاهش مواجه بودند و از ۱۵ تا ۹۱ درصد کاهش در دوازده دهستان دشت جیرفت داشته‌اند. بیشترین کاهش در دهستان علی آباد و کمترین نرخ کاهش آن در دهستان خاتون آباد رخ داده است. دامنه درصد تغییرات کاربری اراضی بایر در اراضی دشت جیرفت ۲۹۰ درصد بود که بیشترین تغییرات مثبت در دهستان خاتون آباد با ۲۲۸ درصد افزایش بوده است و بیشترین مقدار کاهش اراضی بایر در دهستان علی آباد رخ داده

جیرفت در زمرة دشت‌های ممنوعه طبقه‌بندی شده است و بر اساس مطالعه‌های گذشته مشخص شده است که روند کاهش منابع آب زیرزمینی در این دشت وضعیت مناسبی ندارد و به طور متوسط سالانه یک متر کاهش در سطح آب زیرزمینی رخ داده است [۱۵ و ۳۲]، لذا در ادامه تناسب توسعه کشت محصولات زراعی عمده از منظر مصرف آب مورد مطالعه قرار گرفت تا مشخص شود کاربری اراضی کشاورزی که به طور چشمگیری طی سالیان گذشته افزایش داشته است به سمت توسعه کشت کدام دسته از محصولات پیش رفته است. محصولات کشاورزی اصلی برای دشت جیرفت بر اساس آمار و اطلاعات شامل گندم، جو، ذرت، پیاز، گوجه فرنگی، سیب زمینی، خیار و یونجه شناسایی شدند. اطلاعات نشان داد در دهه ۱۳۷۰ شمسی این محصولات حدود ۶۶ درصد سهم کل محصولات زراعی تولید شده در دشت جیرفت را داشتند و این مقدار در دهه ۱۳۸۰ به ۸۴ درصد و در دهه ۱۳۹۰ به بیش از ۸۸ درصد افزایش یافته است.

شکل (۸) نتایج بررسی نیاز آبی محصولات عمده زراعی دشت جیرفت با استفاده از نرم‌افزار NETWAT را نشان می‌دهد بر اساس این شکل مشخص است که محصولات زراعی تولید شده در دشت جیرفت نیاز آبی متفاوتی دارند. نیاز آبی در محصولاتی مانند گندم و جو پایین‌تر از ۱۷۰۰ مترمکعب در هکتار است و در محصولات سبزی دشت مثل پیاز، سیب زمینی و گوجه فرنگی به ترتیب ۲۶۵۰، ۳۲۱۰ و ۲۷۷۰ مترمکعب است. نیاز آبی خیار در دشت جیرفت حدود ۳۷۵۰ مترمکعب در هکتار است اما برای تولید محصولی مثل ذرت تا ۶۳۰۰ و برای یونجه تا ۱۱۱۷۰ متر مکعب در هکتار نیاز آبی دارد.

دشت جیرفت بیش از ۵۴ درصد ساکن مناطق روستایی هستند، از این‌رو تفکیک این اراضی مسکونی که در بین مزارع واقع شده‌اند را با مشکل مواجه می‌کند. با این وجود بر اساس اطلاعات مدل بین سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۸ در اراضی دهستان‌های هلیل و محمد آباد به ترتیب ۱۷۶ و ۲۴۷ درصد به وسعت اراضی مسکونی افزوده شده است. همان‌طور که قبلاً گفته شد این افزایش اراضی مسکونی گاهی به هزینه کاهش وسعت اراضی مرتعی و کشاورزی بوده است و در مواردی جزئی نیز با ورود به حریم کاربری رودخانه‌ای رخ داده است.

بر اساس پژوهش صورت گرفته [۲۱] این تغییرات را در اقتصاد ایران باید دنبال کرد. چرا که رکود اقتصادی در بخش تولید باعث جابجایی سرمایه به بخش‌های دیگر و به ویژه بخش مسکن شده است که روز به روز با افزایش ارزش افزوده در بخش مسکن برای سرمایه‌گذاری جذابیت بیشتری پیدا کرده است. از سوی دیگر بر اساس آمار جمعیتی در دشت جیرفت، طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ جمعیت ساکن در روستاها روند افزایشی داشته است. لذا افزایش سطح کاربری اراضی مسکونی برای این حجم از افزایش تقاضا امری بی‌بدیل است و جهت جلوگیری از تخریب منابع طبیعی، تدوین قوانین و بهره‌برداری از قوانین موجود حفاظت اراضی و اجرای صحیح آن الزامی است. بر اساس مطالعات بسیاری رشد اقتصادی عاملی برای تغییرات کاربری اراضی کشاورزی بوده است که با افزایش ارزش زمین در بخش مسکن کشاورزان برای تصمیم‌گیری در مورد تخصیص زمین به بخش کشاورزی یا بخش رقیب آن یعنی مسکن با وجود ارزش‌های نسلی زمین کشاورزی با تردید مواجه می‌شوند [۳۳].

همان‌طور که مشخص شد سطح زیر کشت محصولات کشاورزی از اواخر دهه ۶۰ شمسی تا اواخر دهه حاضر به طور چشم‌گیری افزایش یافته است. از آنجایی که دشت

جدول ۶. درصد تغییر کاربری‌های مختلف در دهستان‌های دشت جیرفت بین سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۸

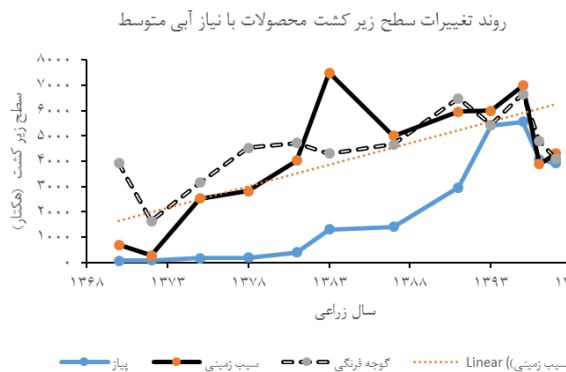
نام دهستان	درصد تغییر در کاربری مرتع	درصد تغییر در کاربری اراضی بایر	درصد تغییر در کاربری کشاورزی	درصد تغییر در کاربری شهری
علی آباد	-۹۱	-۶۱	۳۰۸	۰
دولت آباد	-۲۰	-۲۱	۱۰۳	۰
اسلام آباد	-۷۷/۹	-۵۹	۴۸	۰
اسماعیلی	-۶۳/۷	۹	۸۵	۰
گنج آباد	-۳۱	۰/۵	۴۴۱	۰
گرمسار	-۱۶	۳۴	۳۷۱	۰
هلیل	-۴۰/۷	۷۸	۱۵۴	۱۷۶
حسین آباد	-۶۵	۵	۲۵۴	۰
جهاد آباد	-۳۷/۸	-۲۸	۳۷۸	۰
خاتون آباد	-۱۴	۲۲۸	۴۸	۰
مردهک	-۵۰	۲۶	۴۰۱	۰
محمد آباد	-۶۱	-۲۱	۱۵۸	۲۴۷



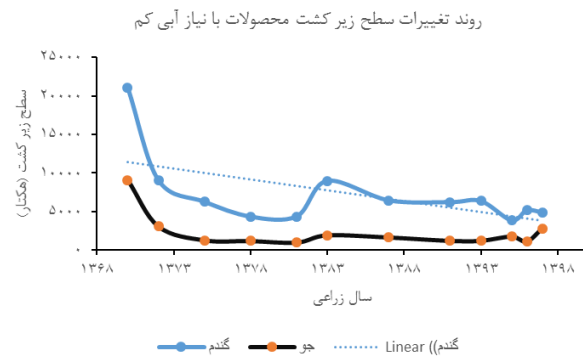
شکل ۸. نیاز آبی محصولات عمده زراعی در دشت جیرفت

مورد بررسی قرار داده‌ایم تا سوگیری رفتار کشاورزان در یک سال به خصوص را حذف نماییم. بر اساس نیاز آبی محصولات کشاورزی دشت جیرفت آن‌ها را در سه دسته با نیاز آبی کم، متوسط و محصولات با نیاز آبی خیلی بالا تقسیم‌بندی شدند و نتایج آن در شکل (۹) نشان داده شده است.

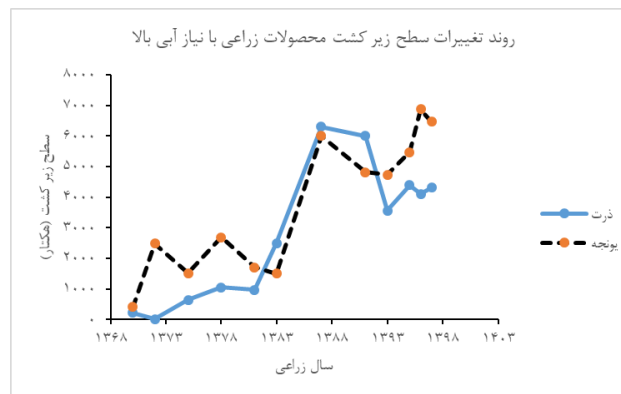
با استخراج از آمار و اطلاعات روند سطح زیر کشت محصولات کشاورزی عمده در دشت جیرفت طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۷ مورد بررسی قرار گرفت. شایان ذکر است بنا به ویژگی محصولات کشاورزی سطح تولید این محصولات تابعی از قیمت محصول در سال قبل است (در علم اقتصاد تولید به آن منحنی‌های تارنکبونی گفته می‌شود) لذا در این تحقیق داده‌های چند سال پیاپی را



نمودار (ب)



نمودار (الف)



نمودار (ج)

شکل ۹. روند توسعه سطح زیر کشت محصولات در دشت جیرفت (یافته‌های تحقیق)

کمتر از ۵۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۷ کاهش یافته است و تنها در سال‌هایی که برنامه خودکفایی گندم در اولویت برنامه‌های دولت بود (سال ۱۳۸۳) مشاهده می‌شود که یک جهش در سطح زیر کشت محصول گندم رخ داده است که در طی همین سال‌ها از سطح زیر کشت جو کاسته شده است.

بر اساس اطلاعات و آمار سطح تولیدات در دشت جیرفت طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۸ مشخص شد سهم محصولات با نیاز آبی کم مثل گندم و جو در الگوی کشت کشاورزان از ابتدای دوره تا سال ۱۳۹۷ از کل محصولات زراعی دشت جیرفت از ۷۳ درصد در سال ۱۳۶۹ به ۲۲ درصد در سال ۱۳۹۷ کاهش یافته است. این آمار برای

همان‌طور که در نمودارهای فوق مشخص است رفتار کشاورزان در دشت جیرفت در راستای توسعه محصولات با نیاز آبی بیشتر طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۷ بوده است. این رخداد با وجود مزیت اقتصادی بالا و ارزش زمانی پول قابل توضیح است، چرا که کشاورزان با توسعه کشت این محصولات هم به لحاظ درآمدی وضعیت بهتری در حال حاضر دارند و هم اینکه ارزش زمانی پول در حال حاضر کشاورزان را به سمت حداکثر بهره‌کشی از منابع طبیعی سوق داده است. در نمودار محصولات با نیاز آبی کم مشاهده می‌شود که روند تغییر سطح زیر کشت محصول گندم و جو همواره نزولی بوده است و سطح زیر کشت بالای ۲۱۰۰۰ هکتاری محصول گندم در اواخر دهه شصت به

کشاورزان دارد. نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد که در طول سه دهه گذشته به طور کلی سهم محصولات کم آب بر در الگوی کشت کشاورزان شاغل در دشت جیرفت از ۳۳ درصد در دهه هفتاد خورشیدی به ۱۸ درصد در دهه نود خورشیدی کاسته شده و برخلاف آن در همین مدت سهم محصولات با مصرف آبی با نیاز آبی بیشتر افزوده شده است.

محصولات با مصرف آب متوسط از ۲۵ درصد در ابتدای دوره به ۴۷ درصد در انتهای دوره افزایش یافته است. برای محصولات آب بر زراعی مثل جو و ذرت آمار سطح زیر کشت نشان داد که در ابتدای دوره سهم این محصولات ۱/۵ درصد کل محصولات زراعی بوده است و در سال ۱۳۹۷ این مقدار به ۳۱/۵ درصد افزایش یافته است که نشان از سهم بالای این محصولات در الگوی کشت

جدول ۷. سهم محصولات مختلف در دوره‌های مختلف

نام محصولات	سهم محصولات در دهه هفتاد	سهم محصولات در دهه هشتاد	سهم محصولات در دهه نود
محصولات با نیاز آبی کم	۳۳	۲۵	۱۸
محصولات با نیاز آبی متوسط	۳۷	۵۷	۵۵
محصولات با نیاز آبی زیاد	۱۰	۱۷/۷	۲۶/۵

مناطق زراعی عمدتاً با هزینه مرتع شد [۳۵].

۴. بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه پویایی تغییرات کاربری اراضی یک امر حیاتی در راستای دستیابی به مدیریت پایدار استفاده از زمین در کشورهای در حال توسعه است [۳۰]. همچنین پیش‌بینی تجزیه و تحلیل تصویر LULC در آینده می‌تواند برای برنامه‌ریزی راهبردهای مناسب مدیریت محیط زیست مفید باشد [۵]. نظر به اهمیت این موضوع در تحقیق حاضر، تغییرات کاربری اراضی در دشت جیرفت در سه دوره زمانی ۱۳۶۹-۱۳۸۳ و ۱۳۹۸ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست بررسی شد و هم‌چنین تغییرات کاربری اراضی در دوره آینده (۱۴۱۰) با استفاده از مدل‌ساز تغییر زمین (LCM) بررسی شد.

نتایج بررسی تغییرات کاربری اراضی در دوره ۱۳۶۹-۱۳۹۸ نشان داد که از میان پنج طبقه کاربری مرتع، اراضی کشاورزی، اراضی مسکونی، اراضی بایر و اراضی سنگلاخی، بیش‌ترین افزایش مساحت مربوط به اراضی کشاورزی با ۴۴۴ کیلومتر مربع و بیش‌ترین کاهش مساحت مربوط به

بر این اساس مشخص است که به طور قابل توجهی سطح زیر کشت محصولات با نیاز آبی بیشتر در دشت جیرفت افزایش یافته است. به لحاظ اقتصادی این محصولات بی شک مزیت بیشتری برای تولید نزد کشاورزان دارند اما با توجه به کمبود منابع آب در دشت جیرفت به نظر می‌رسد برداشت بی‌رویه از منابع آبی در سال‌های گذشته را به همراه داشته است و در دراز مدت همراه با اثرات منفی در اکوسیستم منطقه و برنامه‌های توسعه خواهد داشت.

توسعه بیشتر سطح زیر کشت محصولات آبی از دو دهه پیش با سیاست‌های دولت کلید خورده است [۲۴] چرا که دولت در آن زمان کشاورزی را به عنوان موتور محرکه توسعه اقتصادی در برنامه‌های خود در نظر گرفت و از آن زمان با افزایش تولیدهای کشاورزی توسعه اقتصادی را ارتقاء داده است و این روند همچنان ادامه داشته است. تولید بیشتر نه تنها به زمین بیشتری نیاز داشته بلکه به برداشت بیشتر از منابع آب زیر زمینی منجر شده است. در همین حال، اطمینان از امنیت غذایی منجر به گسترش

خواهند داد. به طور کلی در صورت ادامه روند کنونی تا سال ۱۴۱۰ کاهش سطح اراضی مرتعی و بایر و تبدیل آن‌ها به اراضی کشاورزی جهت افزایش بهره‌وری از اراضی، اتفاق خواهد افتاد. گسترش اراضی مسکونی و اراضی زراعی در منطقه مورد مطالعه سبب افزایش فشار بر اراضی طبیعی از قبیل اراضی مرتعی و شرایط تخریب هرچه بیش‌تر آن‌ها را فراهم می‌آورد. روند کاهشی مساحت اراضی طبیعی و افزایش اراضی کشاورزی در بسیاری از نقاط ایران توسط [۲۰، ۳۰، ۳۱، ۳۵، ۳۷] گزارش شده است.

نتایج نشان داد که تغییرات در الگوی کشت محصولات زراعی در دشت جیرفت هم سو با شدت یافتن بحران منابع آبی که در مطالعات قبلی به آن اشاره شده است نبوده است و سطح زیر کشت محصولات با نیاز آبی بیشتر طی سه دهه گذشته در اراضی کشاورزی سهم بیشتری را به خود اختصاص داده است که در دراز مدت این روند می‌تواند تهدیدی برای منابع آبی در دشت جیرفت و هدررفت منابع اقتصادی در این منطقه باشد. به نظر می‌رسد وضعیت بهتر بازار محصولات زراعی با نیاز آبی بیشتر در دشت جیرفت عامل محرکی برای توسعه سطح زیر کشت این محصولات بوده است و از طرف دیگر به باور برخی محققین [۱۷] بازار خوب محصولات کشاورزی در چند محصول خاص یک عامل برای جذب سرمایه‌گذار شهری در این بخش شده است و برای تأمین نیاز آبی اراضی توسعه یافته، برداشت بیشتر از منابع آبی سطحی و زیر زمینی الزامی است. برخی پژوهشگران نتیجه گرفتند که در غیاب الزامات قانونی مهمترین عامل تعیین کننده رفتار انسان در قبال زمین عوامل اقتصادی هستند [۳۸]. توسعه جمعیتی را یک عامل مؤثر در راستای تولید بیشتر در پاسخ به نیاز روز افزون بشر بیان کرده است [۲۱]. برخی پژوهشگران [۳] با اشاره به انگیزه بخش سرمایه‌گذار شهری در صنعت تولید سیب در منطقه ارومیه به اثرات تخریبی این توسعه اراضی پرداخته و بیان کرده‌اند که این تغییرات منجر به کاهش

اراضی مرتعی (۴۰۴ کیلومتر مربع) بوده است. هم چنین مساحت اراضی بایر به میزان ۵۳ کیلومتر مربع کاهش و مساحت اراضی مسکونی به میزان ۴۳/۹ کیلومتر مربع افزایش یافته است و اراضی سنگلاخی و رودخانه بدون تغییر بوده‌اند. تخریب اراضی مرتعی و بایر بیشتر در راستای تبدیل این اراضی به اراضی کشاورزی و اراضی مسکونی بوده است. لذا توسعه اراضی کشاورزی طی دوره ۳۰ ساله می‌تواند به دلیل استفاده بی‌رویه و بدون برنامه‌ریزی از اراضی مرتعی و بایر و تبدیل آن‌ها به اراضی کشاورزی و مسکونی باشد و همچنین در برخی دهستان‌ها مشاهده شد تغییرات در کاربری اراضی کشاورزی به مسکونی نیز رخ داده است. که بر اساس مطالعات [۲۱ و ۳۳] زیان اقتصادی حاصل از این تغییرات در دراز مدت بسیار حائز اهمیت است و باید برای جلوگیری از آن مطالعه و برنامه‌ریزی صورت پذیرد.

مدل‌سازی کاربری اراضی طی دوره ۱۳۶۹-۱۳۹۸ با استفاده از LCM براساس آماره‌های کاپا نشان دهنده دقت بالای مدل در شبیه‌سازی کاربری اراضی ۱۳۹۸ بود. نتایج مطالعات پژوهشگران از جمله [۴، ۱۸، ۲۸، ۲۹] نیز حاکی از دقت بالای مدل LCM در شبیه‌سازی کاربری اراضی می‌باشد. بررسی مدل‌سازی پتانسیل انتقال با استفاده از روش رگرسیون لجستیک و مدل LCM براساس ضریب R^2 ، Pseudo و Chi^2 حاکی از صحت بالای این روش در تمامی زیر مدل‌ها بوده است که با نتایج پژوهشگرانی نظیر [۵، ۷، ۲۹] تطابق دارد.

نتایج حاصل از پیش‌بینی نقشه کاربری اراضی آینده با استفاده از مدل LCM نشان داد که در دوره زمانی مورد مطالعه (۱۳۶۹-۱۴۱۰) مساحت اراضی کشاورزی ۶۶۷/۶۹ کیلومتر مربع افزایش یافته و از ۹/۷ درصد به ۳۹/۵ درصد خواهد رسید. هم چنین مساحت اراضی مرتعی و بایر به ترتیب به میزان ۶۲۳/۶ و ۹۹ کیلومتر مربع کاهش و اراضی مسکونی به میزان ۵۴/۹ افزایش نشان

از آنجایی که نقشه‌های کاربری اراضی به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است هدف پیش‌بینی تغییر کاربری اراضی، ارزیابی پیامدهای سناریوهای مختلف به ویژه ادامه روند موجود است، نتایج این پیش‌بینی می‌تواند هشدار برای وضعیت کاربری‌ها در آینده باشد. بنابراین در برنامه‌ریزی‌های آینده دشت جیرفت باید به طور جدی مورد توجه قرار گیرد. همچنین نتایج نشان داد که الگوی کشت محصولات زراعی طی سه دهه گذشته به سوی محصولات با مصرف آب بیشتر گرایش داشته است که با توجه به بحران آب در سطح منطقه در درازمدت یک تهدید برای کشاورزی دشت جیرفت به عنوان یکی از دشت‌های مهم در تولید محصولات کشاورزی، اشتغال و معیشت ساکنین آن دارد. از این رو در الگوی کشت توجه به تناسب اراضی با توجه به منابع آبی در مناطق مختلف دشت باید مورد توجه قرار گیرد.

در نهایت پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی به سهم عوامل محیطی و انسانی در روند تغییر کاربری اراضی پرداخته شود تا بر اساس آن راهکارهایی جهت کاهش آسیب‌ها، به ویژه در مناطق با اکوسیستم شکننده تدوین گردد.

شدید و قابل ملاحظه منابع آب حوزه، نه تنها در منطقه مورد مطالعه، بلکه در سایر زیر حوضه‌های دریاچه ارومیه نیز شده و باعث تهدید خشکسالی دشت‌های اطراف دریاچه می‌شود. آنها همچنین بیان داشتند اجرای پروژه‌های عمرانی بدون در نظر گرفتن اصول توسعه پایدار و همچنین مسائل اقتصادی و اجتماعی باعث شده است که افراد محلی در تبدیل مراتع به مزارع دیم و باغ‌های دیم (باغات آبیاری) به ویژه بین سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۳ آزاد باشند [۳۵]. هزینه‌های اقتصادی تغییر کاربری اراضی در مطالعات اقتصادی در نظر گرفته شده است. [۲۱ و ۳۳] با مطالعه ارزش اقتصادی تغییر کاربری‌ها جنگل و مرتعی تحت سناریوهای مختلف در منطقه سبز هیرکانی ایران بیان که ارزش اقتصادی کاربری اراضی مرتعی برای هر هکتار در زمین‌های شمال کشور حدود ۴۷۹۰ دلار در سال ۲۰۱۵ است که با نرخ‌های تورم و پیش فرض‌های اقتصادی در اقتصاد ایران این مقدار برای سال ۲۰۳۵ برابر با ۶۳۹۴ دلار برآورد شده است. همچنین پژوهشگران [۳۳] نشان دادند با وجود مزایای زیست محیطی کاربری کشاورزی، تغییر از کاربری کشاورزی به مسکونی ۷ برابر ارزش اقتصادی بیشتری در کاربری اراضی شرق جاوا در کشور اندونزی تولید می‌کند و بر این اساس می‌توان انگیزه تغییر کاربری اراضی در گروه اراضی فوق را روشن ساخت.

References

- [1] Adeli Sardoie, M., Hayati, B., Zarifian, S., Hosseini Nasab, S. and Mohammad Rezaie, R. (2011). Comparison of Sustainable Agriculture of Practices in Vegetables of Jiroft County (Case Study: Onions, Potatos and Tomatos). Journal of agricultural science and sustainable production, 21(1), 15-28. (In Persian)
- [2] Afifi, M E. (2020). Modeling land use changes using Markov chain model and LCM model. researches in Geographical Sciences, 20 (56), 141-158. (In Persian)
- [3] Alipour, H. and Olya, H. G. T. (2015). Sustainable planning model toward reviving Lake Urmia. International Journal of Water Resources Development, 31(4), 519-539.

- [4] Anand, J., Gosain, A. K. and Khosa, R. (2018). Prediction of land use changes based on Land Change Modeler and attribution of changes in the water balance of Ganga basin to land use change using the SWAT model. *Science of the Total Environment*, 644, 503-519.
- [5] Ansari, A. and Golabi, M. H. (2019). Prediction of spatial land use changes based on LCM in a GIS environment for Desert Wetlands—A case study: Meighan Wetland, Iran. *International Soil and Water Conservation Research*, 7(1), 64-70.
- [6] Azimi Sardari, M. R., Bazrafshan, O., Panagopoulos, T. and Sardooi, E. R. (2019). Modeling the impact of climate change and land use change scenarios on soil erosion at the Minab Dam Watershed. *Sustainability*, 11(12), 3353.
- [7] Azizi Ghalati, S., Rangzan, K., Taghizadeh, A. and Ahmadi, S. (2014). LCM Logistic regression modelling of land-use changes in Kouhmare Sorkhi, Fars province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(4), 585-596. (In Persian)
- [8] Barati, Kh., Abedi koupae, J., Darvishi, E. and Yousefi, A. (2019). Estimation of net irrigation requirement of the crop pattern in kermanshah plain and comparison with the data in the national water document. *Iranian Journal of Water Research in Agriculture*, 32(4), 543-553. (In Persian)
- [9] Barbier, E. B., Burgess, J. C. and Grainger, A. (2010). The forest transition: towards a more comprehensive theoretical framework. *Land Use Policy*, 27(2), 98-107.
- [10] Bateman, I. J., Harwood, A. R., Mace, G. M., Watson, R. T., Abson, D. J., Andrews, B. and Fezzi, C. (2013). Bringing ecosystem services into economic decision-making: land use in the United Kingdom. *science*, 341(6141), 45-50.
- [11] Busko, M. and Szafranska, B. (2018). Analysis of changes in land use patterns pursuant to the conversion of agricultural land to non-agricultural use in the context of the sustainable development of the Malopolska region. *Sustainability*, 10(1), 136.
- [12] Du, X., Jin, X., Yang, X., Yang, X. and Zhou, Y. (2014). Spatial pattern of land use change and its driving force in Jiangsu province. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 11, 3215–3232.
- [13] Eastman, J. R., Van Fossen, M. E. and Solarzano, L. A. (2005). Transition potential modeling for land cover change. *GIS, spatial analysis and modeling*, 357-386.
- [14] Eastman, J. R. (2006). *IDRISI Andes guide to GIS and image processing*. Clark University, Worcester, 328.
- [15] Eskandari, Damaneh, H., Zehtabian, Gh., Salajegheh, A., Ghorbani, M. and Khosravi, H. (2018). Assessing the effect of land use changes on groundwater quality and quantity (Case study: west basin of Jazmoryan wetland), *Rangeland and Watershed Management*, 71 (3), 563-578. (In Persian)
- [16] Esandari, H., Borji, M., Khosravi, H., Nakhaee Nejadfar, S. and Eskandari, H. (2016). Change Detection of of Bakhtegan and Tashk Basin during 2001-2013. *International Journal of Forest, Soil and Erosion (IJFSE)*, 6(2), 67-71.
- [17] Fazel, N., Haghighi, A. T. and Kløve, B. (2017). Analysis of land use and climate change impacts by comparing river flow records for headwaters and lowland reaches. *Global and Planetary Change*, 158, 47-56.
- [18] Gholamalifar, M., Jourabian Shoshtari, Sh., Abkar, A. and Naimi B. (2013). Comparison of logistic regression algorithms and artificial neural network in experimental modeling of transmission potential change of coastal land cover in Mazandaran province. *Environmental Research*, 5(9), 167-176.
- [19] Hu, B., Shao, J. and Palta, M. (2006). Pseudo-R² in logistic regression model. *Statistica Sinica*, 847-860.
- [20] Ildermi, A., Nouri, H., Naderi, M., Aghabeigi, S. and Zaini Wand, H., (۲۰۱۷). Forecasting Land Use Change Using Markov Chain Model and CA Markov (Case Study: Green Watershed). *Watershed Management Research*. 8 (16), 232-240. (In Persian)
- [21] Jahanifar, K., Amirnejad, H., Azadi, H., Adenle, A. A. and Scheffran, J. (2019). Economic analysis of land use changes in forests and rangelands: Developing conservation strategies. *Land Use Policy*, 88, 104003.
- [22] Kamyab, H., Salman Mahini, A., Hosseini, S.M. and Gholamalifard, M. (۲۰۱۰). Adopt a data driven approach using logistic regression to model urban development Gorgan. *Journal of Ecology*, 36, 96-89 (In Persian).
- [23] Linkie, M., Smith, R.J. and Leader-Williams, N.(۲۰۰۴). Mapping and predicting deforestation patterns in the lowlands of Sumatra. *Biodiversity and Conservation*, 13 (10), 1809-1818

- [24] Madani, K. (2014). Water management in Iran: what is causing the looming crisis? *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 4(4), 315-328.
- [25] Mazaheri, M., Esfandiari, M., Masihabadi, M. H. and Kamali, A. (2012). Monitoring time changes in land use using remote sensing techniques and GIS (Case study: Jiroft, Kerman province). *Remote sensing and GIS in natural resources*, 4(2), 39-25. (In Persian)
- [26] Mertens, B. and Lambin, E. F. (1997). Spatial modelling of deforestation in southern Cameroon: spatial disaggregation of diverse deforestation processes. *Applied Geography*, 17(2), 143-162.
- [27] Miles, L. and Kapos, V. (2008). Reducing greenhouse gas emissions from deforestation and forest degradation: global landuse implications. *Science*, 320 (5882), 1454–1455.
- [28] Mishra, V. N., Rai, P. K. and Mohan, K. (2014). Prediction of land use changes based on land change modeler (LCM) using remote sensing: a case study of Muzaffarpur (Bihar), India. *Journal of the Geographical Institute " Jovan Cvijic", SASA*, 64(1), 111-127.
- [29] Mohammadyary, F., purkhabbaz, H., aghdar, H. and Tavakoly, M. (2019). Predicted trends in land use city Behbahan years 2014 to 2028 Using LCM model. *Geographic Space*. 19 (65), 37-56. (In Persian)
- [30] Msofe, N. K., Sheng, L. and Lyimo, J. (2019). Land use change trends and their driving forces in the Kilombero Valley Floodplain, Southeastern Tanzania. *Sustainability*, 11(2), 505.
- [31] Parma, R., Maleknia, R., Shataee, S. and Naghavi, H. (2017). Land cover change modeling based on artificial neural networks and transmission potential method in lcm (case study: forests gilán-e gharb, Kermanshah province). *Town and Country Planning*, 9(1), 129-151. (In Persian)
- [32] Pourseyadi, A. and Kashkuli, H. A. (2011). Studying of Groundwater Conditions in Jiroft Basin with Modflow. *Journal of Irrigation Science and Engineering*, 35(2), 51-63. (In Persian)
- [33] Rondhi, M., Pratiwi, P. A., Handini, V. T., Sunartomo, A. F. and Budiman, S. A. (2018). Agricultural land conversion, land economic value, and sustainable agriculture: A case study in East Java, Indonesia. *Land*, 7(4), 148.
- [34] Ruan, X., Qiu, F. and Dyck, M. (2016). The effects of environmental and socioeconomic factors on land-use changes: a study of Alberta, Canada. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(8), ۴۴۶.
- [35] Shirmohammadi, B., Malekian, A., Salajegheh, A., Taheri, B., Azarnivand, H., Malek, Z., & Verburg, P. H. (2020). Scenario analysis for integrated water resources management under future land use change in the Urmia Lake region, Iran. *Land Use Policy*, 90 (10), 42-99.
- [36] Singh, N., & Punia, M. (2018). Geospatial Approach for Land Use/Land Cover Change Prediction: A case study of Bhagirathi Basin, Uttarakhand, INDIA. *cosp*, 42, A3-1.
- [37] Vafaie Sasan, D., Safatali, A. and Pirvagher, M. (2012). Monitoring and forecasting the trend of spatial land use changes using LCM model (Case study: Marivan region). *Iranian Forest Journal, Iranian Forestry Association*, 3 (5), 323-336. (In Persian)
- [38] Wang, X., Zheng, D. and Shen, Y. (2008). Land use change and its driving forces on the Tibetan Plateau during 1990–2000. *Catena*, 72(1), 56-66.
- [39] World Bank, 2017. Annual Report 2017. End Extreme Poverty-Boost Shared Prosperity. Available at: <http://pubdocs.worldbank.org/en/908481507403754670/Annual-Report-2017-WBG.pdf>.