نشریه علمی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی
سال ششم، شماره ۲ (سری جدید)، پیاپی ۲۲، تابستان ۱۴۰۰ (۱۴۲-۱۲۵)

Journal of Physical Development Planning
Vol. 6, No. 2, (New Series), Summer 2021 (125-142)

تحلیل الگوی فضایی _ زمانی کشت غلات در ایران

حسنعلی فرجی سبکبار*[۱]، محمدرضا رضوانی[۲]، فاطمه جمشیدی[۳]، بهمن طهماسی[۴]

۱. دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه تهران
۲. استاد گروه جغرافیا، دانشگاه تهران
۳. دانشجوی کارشناسی‌ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تهران
۴. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تهران

(دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۲۷ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۱)

Analysis of spatio-temporal pattern of Cereals cultivation in Iran

Hassanali FarajiSabokbar*[1], Mohammad Reza Rezvani[2], Fatemeh Jamshidi[3], Bahman Tahmasi[4]

1. Associate Professor, Department of Geography, University of Tehran
2. Professor, Department of Geography, University of Tehran
3. M.A. Student in Geography and Rural Planning, University of Tehran
4. Ph.D. Student of Geography and Rural Planning, University of Tehran

(**Received:** 16/Oct/2020 **Accepted:** 11/May/2021)

چکیده

کشاورزی به ویژه در کشورهای در حال توسعه یکی از بخش‌های مهم اقتصاد به حساب می‌آید. با توجه به افزایش روز افزون جمعیت، تأمین امنیت غذایی افراد به چالشی بزرگ تبدیل شده است، تا جایی که که رفع گرسنگی به عنوان یکی از اهداف اصلی توسعه هزاره تعیین شده است. در همین زمینه، با توجه به استراتژیک بودن غلات و نقش مؤثر آن در تأمین امنیت غذایی کشور، هدف از پژوهش حاضر تحلیل روند تغییرات فضایی و زمانی سطح زیرکشت غلات(گندم و جو) طی یک دوره ۱۵ ساله از ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۷ است. در این مطالعه روش پژوهش به صورت توصیفی تحلیلی است. گردآوری اطلاعات با روش کتابخانه‌ای و داده‌های رسمی جهاد کشاورزی و مرکز آمار ایران صورت گرفته است. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از تکنیک‌های آمار فضایی در محیط نرم‌افزار Arc map انجام شده است. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد در سطح ملی تغییرات با کاهش نسبی سطح زیرکشت جو و کاهش قابل توجه سطح زیرکشت گندم همراه بوده است. نتایج پژوهش در سطح استان‌ها بیانگر کاهش نسبی نوسانات و دامنه تغییرات سطح زیرکشت غلات در بین استان‌های کشور است و به عبارتی توازن نسبی در اختصاص زمین به کشت گندم و جو در بین استان‌ها ایجاد شده است. نتایج تحلیل فضایی سطح زیرکشت غلات نیز نشان می‌دهد که محل تمرکز کشت غلات عمدتاً در برخی شهرستان‌های واقع در غرب و شمال غرب ایران است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل فضایی _ زمانی، آمار فضایی، الگوی کشت، سطح زیرکشت، غلات.

Abstract

Agriculture is one of the most important sectors of the economy, especially in developing countries. Due to growing population, food security has become a major challenge and elimination of hunger is identified as one of the main goals of the millennium development goals. In this regard, considering the strategic nature of cereals and its effective role in ensuring food security in the country, the purpose of this study is to analysis the trend of spatial and temporal changes in cereals (wheat and barley) over a 15year period from 2003 to 2018. In this study, the research method is descriptive-analytical. The data were collected documentary based on the official data published by Ministry of Agriculture Jihad and Statistics Center of Iran. Data analysis was performed using spatial statistics techniques in the ArcMap software environment. The results of the study show that at the national level, changes have been made with a relative reduction in the area under barley cultivation and a significant reduction in the area under wheat cultivation. The results of the research at the provincial level indicate a relative decrease in fluctuations and the range of changes in the area under cereals cultivation among the provinces of the country, in other words, a relative balance has been created in the allocation of land to wheat and barley cultivation among the provinces. The results of spatial analysis of cereal cultivation area also show that the focus of cereal cultivation is mainly in some counties located in the west and northwest of the Iran.

Keywords: Spatio -Temporal Analysis, Spatial Statistics, Cultivation Pattern, Cultivation Area, Cereals.

نویسنده مسئول: حسنعلی فرجی سبکبار

*Corresponding Author: Hassanali FarajiSabokbar
E-mail: faraji@ut.ac.ir

مقدمه

بخش کشاورزی در جهان و به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه یکی از بخش‌های مهم اقتصاد است. کشاورزی می‌تواند باعث افزایش اشتغال، درآمد، تولید ناخالص ملی و رشد اقتصادی کشورها شود. این بخش به علت ارتباطات گسترده‌ای که با سایر بخش‌های اقتصادی دارد، می‌تواند با رشد خود زمینه تولید ثروت، ایجاد بازار و ارزآوری و رشد بخش‌های صنعت و خدمات را فراهم نماید. بر اساس برآوردها، جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ به ۹/۶ میلیارد نفر افزایش می‌یابد، بر همین اساس پیش‌بینی می‌شود که امنیت غذایی در دهه‌های آینده به یک چالش بزرگ جهانی تبدیل شود(UNDESA,2013:2). بنابراین تولید غذا برای تأمین کل تقاضای موجود، نیاز به ۷۰ تا ۱۱۰ درصد افزایش تولید دارد (Alexandratos, 2009: 16; FAO,2009). در طول یک قرن گذشته، تولید مواد غذایی به دلیل پیشرفت در تولید محصولات کشاورزی و به کارگیری فناوری‌های نوین گونه‌های بذر اصلاح شده، به ویژه در طول انقلاب سبز، افزایش یافت. به طوری که، سرانهٔ تولید محصولات کشاورزی از رشد جمعیت پیشی گرفت و در مقایسه با سال ۱۹۶۰ ، مقدار غذای موجود برای هر فرد ۲۵ درصد افزایش یافته است. به طور مشابه، تولید جهانی غلات در طول ۵۰ سال گذشته دو برابر شد در حالی که زمین‌های قابل کشت تنها ۹ درصد افزایش یافت(Pretty,2008:450). با این حال، تولید محصولات کشاورزی در سال‌های اخیر به دلیل کاهش بازدهی در نهاده‌های تولید، استفاده بیش از اندازه از زمین و مخالفت عمومی در استفاده از انواع کودهای شیمیایی کاهش یافته است(Baulcombe et al,2009:7; Tilman et al,2011:20260). بنابراین، تقویت بخش کشاورزی به عنوان بستری برای دستیابی به اهداف توسعه، به ویژه در کشورهای در حال توسعه امری ضروری قلمداد می شود(Leavy & Smith,2010:3). بنابراین نقش ویژه فعالیت‌های کشاورزی در ساختار اقتصادی و پیوند ناگسستنی آن با حیات بخشی از جمعیت که عمدتاً در روستاها ساکن هستند و تأمین امنیت غذایی برای جمعیت رو به رشد با وجود محدودیت منابع و امکانات، ضرورت توجه و برنامه‌ریزی را در این زمینه مسلم می‌دارد(شاهین رخسار و دیگران، ۱۳۹۷: ۲۵).

در میان بخش‌های مختلف کشاورزی بخش زراعت اهمیت بیشتری دارد، زیرا محصولاتی نظیر (گندم و جو) بیش از ۵۰ درصد از تولید جهان بوده و حدود ۷۱ درصد از انرژی مورد نیاز مردم در این بخش تولید می‌شود.(سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی،۱۳۹۷). غلات شامل گروهی از گیاهان هستند که سطح زیرکشت برخی از آن‌ها در دنیا بیش از سایر گیاهان زراعی بوده و دانه این گروه از گیاهان که محصول اصلی آن‌ها است برای تغذیه اکثر مردم جهان به مصرف رسیده و همچنین در تغذیه حیوانات و پرندگان و صنعت نیز از آن استفاده می‌شود(خدابنده،۱۳۹۲: ۱۷). به گزارش سازمان خواربار جهانی، سهم غلات در غذای مردمان اروپایی ۵۵–۴۵ درصد بوده و در ایالت متحده آمریکا تقریبا۳۰–۲۰ درصد است. امروزه نزدیک به ۷۰ درصد سطح زیرکشت یک میلیارد هکتاری جهان را غلات اشغال نموده است. تقریباً نیمی از کل نیازهای غذایی انسان به ویژه در آسیا به طور مستقیم از غلات تأمین می‌شود(کلهر،۱۳۹۵: ۴) که نشان از جایگاه مهم غلات در تأمین امنیت غذیی جهان دارد. بنابراین، مطالعه و برنامه‌ریزی در جهت میزان و نحوه کاشت آن با توجه به شرایط محیطی مناطق مختلف اهمیت ویژه ای دارد. در ایران نیز، کشت غلات در سال ۱۳۹۷ حدود ۷۰ درصد کل سطح زیر کشت و ۲۵ درصد کل تولیدات کشاورزی را به خود اختصاص داده است (جهادکشاورزی، ۱۳۹۷) و از این جهت اهمیت فراوانی دارد.

باتوجه به استراتژیک بودن غلات و نقش مؤثر آن در تأمین امنیت غذایی کشور مطالعه منابع اختصاص داده شده جهت تولید در بخش غلات و همچنین بررسی تغییرات آن در طول زمان و در بستر فضا ضروری است. در این بین، یکی از مهمترین منابع تولید در این بخش که نیازمند مطالعه دقیق و توجه به ابعاد مختلف آن در برنامه‌های ملی است، زمین اختصاص داده شده به کشت محصولات کشاورزی است. زمین کشاورزی برای ساکنین روستا به مثابه واحدهای اقتصادی هستند که در صورت عدم سوددهی کافی، هر فردی در صدد تغییر نوع کاربری آن بر خواهد آمد (bouma et al, 1998:105). بنابراین ساماندهی الگوی کشت یا تدوین الگوی کشت بهینه متناسب با ظرفیت‌ها و قابلیت‌های منابع تولیدی، دشت‌های زراعی گامی ضروری در جهت نیل به توسعه پایدار کشاورزی ایران به شمار می‌رود. برای این کار لازم است تا در ابتدا ابعاد مختلف الگوی کشت و تغییر و تحولات مرتبط با آن مورد مطالعه و تحلیل قرار گیرد. الگوی کشت به معنی سهم زیر کشت و نوع محصولات مختلف زراعی در یک منطقه است و تصمیم به اینکه کدام محصول با استفاده از چه عوامل تولیدی، با چه روشی و به چه مقدار تولید شود، از برنامه‌های مهم آن است(حمزه‌ئی و بوزرجمهری، ۱۳۹۳: ۲۷۹). در واقع الگوی کشت به روشی از برنامه‌ریزی اطلاق می‌شود که با درنظر گرفتن شرایط فنی، اقتصادی و اهداف استراتژیک کشور

میزان تولید در هر واحد جغرافیایی را برای دوره‌های زمانی خاص تعیین و هدف‌گذاری می‌کند. الگوی کشت می‌تواند زیربنای بهره وری باشد و بستر لازم را برای انجام عملیات ارتقای بهره‌وری فراهم نماید، اما بهره‌وری بدون داشتن الگوی کشت اتفاق نمی افتد(باولی و دیگران،۱۳۹۴: ۱۹۲).

طراحی و تنظیم الگوی کشت به جهت استفاده بهینه و مطلوب از نهاده‌های تولید از اهمیت خاصی برخوردار است و بایستی به نحوی انجام پذیرد که علاوه بر استفاده بهینه از ظرفیت‌های موجود و قابل دسترس، تأمین نیازهای منطقه‌ای و ملی را نیز در نظر گرفته باشد (محمدیان،۱۳۸۹:۴). با توجه به تعریف یاد شده، طراحی و اجرای الگوی کشت مناسب، به منظور کنترل هرچه بیشتر عوامل محدودکننده و بهره‌برداری بهینه از امکانات موجود، ضرورتی است که دنیا بدان پی برده و عمل کرده است و ما نیز به عنوان کشوری که به سمت توسعه گام برمی‌دارد با عمل به این مهم، می‌توانیم با مشکلات و محدودیت‌ها آسان‌تر مقابله کنیم(پیرانی،۱۳۹۴: ۱۰).

از این رو، مطالعه حاضر با هدف شناسایی الگوی فضایی و زمانی کشت غلات به عنوان گام اول در جهت نیل به برنامه ریزی الگوی کشت صورت گرفته است. در همین زمینه جهت شناخت بیشتر پیشینه پژوهشی این موضوع ابتدا به مرور مطالعات صورت گرفته در زمینه الگوی کشت پرداخته شده است که در ادامه خلاصه نتایج این پژوهش‌ها بیان شده است:

سبزواری و دیگران(۱۳۹۹) در موضوع تعیین الگوی کشت محصولات زراعی به راهکاری برای کاهش مخاطرات امنیت غذایی کشور پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد، عواملی مانند مکانیزاسیون زراعی، خاک و اقلیم، مدیریت کلان دولت، پشتیبانی تولید بر الگوی کشت اثرگذار و تعیین کننده هستند.ریاحی و دیگران (۱۳۹۸) در پژوهش خود، عوامل مؤثر بر ناپایداری الگوی کشت ناحیه لنجانات را مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد عوامل مختلفی مانند عوامل طبیعی _ اکولوژیک، اجتماعی _ اقتصادی، زیرساختی و نهادی در ناپایداری الگوی کشت مؤثر هستند. همچنین ناپایداری در الگوی کشت پیامدهایی مانند: تغییر و تخریب الگوی کشت، تضعیف نظام اقتصادی کشاورزان، افزایش مهاجرت فرستی و زوال روستایی را در پی داشته است. اسمعیل پور و دیگران(۱۳۹۶) به مطالعه برنامه‌ریزی کشت محصولات کشاورزی با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی مکانی پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد، هر سال به دلیل کمبود آب لازم است، بخشی از زمین‌های کشاورزی به صورت آیش باقی می ماند. همچنین جهت بهینه‌سازی کشت لازم متناسب با شرایط هر منطقه، از کاشت محصولات زراعی که دوره رشد آن‌ها در فصل گرم سال(بهار و تابستان) است، خودداری کرده و سطح زیرکشت بیشتری به محصولاتی مانند گندم و جو اختصاص داده شود، چرا که عمدهٔ دوره رشد آن‌ها در فصل سرد سال است و نیاز آبی کمتری دارند. میرلطفی و پورجعفرآبادی(۱۹۹۴) در پژوهش خود دریافتند که دگردیسی الگوی کشت در سکونتگاه‌های روستایی منجر به تغییر در ساختار کالبدی سکونتگاه‌های روستایی شده است. اسمعیل‌نژاد و دیگران(۱۳۹۳) بحران آب و ضرورت تغییر الگوی کشت در مناطق روستایی دشت جنوبی بردسکن را مطالعه کرده‌اند. نتایج آن مطالعه نشان می‌دهد با توجه به بحران آب در منطقه، نیاز به کاشت محصولات با نیاز آبی پایین وجود دارد. ارجمندی و مهرابی بشرآبادی(۱۳۹۲) تغییرات الگوی کشت محصولات زراعی را در ایران طی دوره ۶۲-۱۳۶۱ تا ۱۳۸۷-۸۸ بررسی کرده‌اند. نتایج این مطالعه نشان دهندهٔ تسلط کشت گندم با بیشتر از ۵۰ درصد سطح زیرکشت کل محصولات زراعی است، با این وجود گرایش به کاشت محصولاتی مثل ذرت دانه‌ای، دانه‌های روغنی و برخی اقلام پر مصرف حبوبات و صیفی‌جات وجود داشته است. نظری و دیگران(۱۳۹۲) به ارزیابی تأثیر گسترش آبیاری تحت فشار در تغییر ساخت زراعی، الگوی کشت و راندمان تولید در شهرستان میاندوآب پرداخته‌اند. نتایج حاصل شده نشان می‌دهد، گسترش آبیاری تحت فشار بر یکپارچگی اراضی، کاهش تعداد قطعات، افزایش سطح زیرکشت و افزایش راندمان در واحد سطح، مؤثر بوده است. پن[۱] و همکاران (۲۰۲۰)، پویایی فضایی – مکانی عملکرد غلات و عوامل مؤثر بر آن در سطح شهرستانی در چین را مورد مطالعه قرار داده‌اند، براساس این مطالعه نیروی کار، زمین و سرمایه از عوامل مؤثر بر الگوی فضایی-مکانی غلات هستند. چای[۲] و دیگران(۲۰۱۹) تغییرات فضایی _ زمانی تولید غلات و منابع تولید را در بخش کشاورزی تحلیل کرده‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد، تغییرات فضایی و زمانی زمین‌های کشاورزی(سطح زیرکشت) بیشتر از سایر عوامل تولید بوده است و این تغییرات بیشتر از عوامل دیگر برمیزان تولید نیز اثرگذار بوده است. فان[۳] و همکاران (۲۰۱۸)، به تحلیل فضایی-زمانی تمرکز جغرافیایی سه محصول اصلی در چین طی سال‌های ۱۶۸۴-۱۶۷۲

۱. Pan
2. chai
۳. Fan

پرداخته‌اند. که نتایج نشان از تغییرات فضایی-زمانی تمرکز در مناطق تولید و سطح زیر کشت دارد که این تغییرات تحت تأثیر عواملی مانند منابع، فن‌آوری‌ها و سطوح پیشرفت آن، اختلافات منطقه‌ای در سرمایه‌گذاری کشاورزی و مدیریت اراضی زراعی است. زاو[1] و وو[2] (۲۰۱۷)، به تحلیل فضایی غلات با رویکرد مدیریت پایدار در مناطق دشتی، تپه‌ای و کوهستانی در چین پرداخته‌اند، در این پژوهش با استفاده از خود همبستگی فضایی میزان تولید گندم در هر سه منطقه تخمین زده شده است که بیشترین مقدار متعلق به مزارع دشتی بوده است که دسترسی به نیروی کار و سیستم آبیاری بهتر دارند. لی[3] و دیگران (۲۰۱۶)، الگوهای رشد عملکرد غلات از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ در چین و پیامدهای آن‌ها در تولید مواد غذایی و امنیت غذایی را مورد تحلیل قرار داده‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، محدودیت‌های آب و زمین، تنوع آب و هوا و سایر محدودیت های زیست‌محیطی باعث کاهش عملکرد محصول و بهره‌وری کشاورزی شده و امنیت غذایی آینده را تهدید می‌کند. ری و پیژانوسکی[4](۲۰۱۰) با استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی[5] اقدام به ارائه یک مدل مکان محور برای شبیه-سازی تغییر کاربری‌های کشاورزی و جنگلی و انتخاب مکان های مناسب برای گسترش سطح زیرکشت محصولات زراعی در یک حوضه آبخیر در میشیگان ایالات متحده آمریکا کردند. فوکلاوا و پاکلدنیکاوا[6] (۲۰۱۰) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و ابزارهای تحلیل فضایی توسعه کاربری اراضی کشاورزی از سال ۱۹۵۰ تا کنون را در حوضه رودخانه مورای در ایالت ویکتوریا استرالیا مورد تحلیل قرار دادند.

با توجه به مرور پیشینه پژوهش می‌توان گفت که ظهور الگوی کشت در منطقه‌ای خاص تا حدودی منتج از عوامل زیست‌محیطی، آب و هوا و خاک، عوامل اقتصادی و فرهنگی جامعه کشاورزی است(Niragira, 2011:4). تغییر در الگوی کشت به معنای تغییر در نسبت سطح زیر کشت محصولات یک منطقه خاص در سال زراعی خاص است. پس می‌توان گفت الگوی کشت مفهومی پویاست که تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند: آب و هوا، زمین، سیستم آبیاری، سطح مصرف انرژی، بازار فروش، تقاضای مردم و بطور کلی عوامل زیر ساختی کشاورزی بستگی دارد(Sharma et al,2014:425 ; Andrabi , 2018:18). انتخاب الگوهای کشت بهینه، ضمن فراهم آوردن شرایط جهت مصرف بهینه آب، موجب افزایش راندمان آبیاری، افزایش عملکرد محصولات، حفظ و بهبود خصوصیات و ویژگی‌های خاک، افزایش سطح درآمد خانوار، جلوگیری از مهاجرت خانوارها از روستا به شهر و بالاخره توسعه کشاورزی و اقتصادی و اجتماعی شده و در نتیجه گامی مهم در جهت رسیدن به کشاورزی پایدار است (لطیف‌زاده و دیگران،۱۳۸۹: ۶۹).

مرور پیشینهٔ پژوهش حاکی از آن است که گرچه در مطالعات خارجی بحث سطح زیر کشت محصولات کشاورزی و بررسی تغییرات زمانی و پراکنش فضایی آن‌ها در سطوح مختلف(محلی، منطقه‌ای و ملی) تا حد زیادی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته و ابعاد مختلف این موضوع با رویکردهای متفاوت مورد تحلیل قرار گرفته است که در بیشتر این مطالعات از قابلیت‌های سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های آمار فضایی بهره گرفته شده است، اما در مطالعات داخلی عمدتاً فعالیت پژوهشگران در سطح محلی(دهستان، بخش و شهرستان) و بعضاً منطقه‌ای(استان) متمرکز بوده و کمتر به سطح ملی با رویکرد تحلیل فضایی توجه شده است و مطالعات محدودی که در سطح ملی صورت گرفته است صرفاً برش زمانی مد نظر بوده و بعد فضایی موضوع مورد غفلت قرار گرفته است. بنابراین نبود مطالعه‌ای یکپارچه که به صورت توأمان تغییرات الگوی فضایی و زمانی کشت در سطح کشور را مورد تحلیل و بررسی قرار دهد در پیشینه پژوهشی موضوع الگوی کشت دیده می‌شود. بنابراین یکی از محدودیت‌های مطالعات داخلی پیشین، تمرکز بر روی سطح مکانی خرد، توجه کمتر به تغییرات در بعد فضایی و نوسانات الگوی کشت در سطح ملی است.

در همین زمینه سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های آمار فضایی به عنوان رویکردی پیشرفته در پارادایم تحلیل فضایی قابلیت لازم برای به تصویر کشیدن تغییرات الگوی فضایی کشت و ارائه خروجی علمی و قابل تحلیل را دارد (Wang et al, 2011: 3076) چراکه این تکنیک به پدیده‌های جغرافیایی به عنوان واحدهای منفرد نگاه نمی‌کند، بلکه با تکیه بر اصول جغرافیایی معتقد است تغییرات در هر واحد فضایی تحت تأثیر واحدهای مجاور است به عبارتی یک پدیده جغرافیایی از طرفی تحت تأثیر محیط پیرامونی خود قرار دارد و از طرف دیگر بر محیط پیرامون نیز اثر می‌گذارد. این قابلیت باعث می‌شود تا نتایج نهایی حاصل از تکنیک آمار فضایی در قالب الگوها و

1. Zou
2. Wu
3. Li
4. Ray and Pijanowski
5. Geographical Information System
6. Fukalova and Pokladnikova

خوشه‌بندی‌های فضایی خود را نشان دهد(عسگری، ۱۳۹۰: ۴۰ و۷۰). به همین دلیل با توجه به ماهیت موضوع تحقیق که الگوی کشت را در پهنه فضایی ایران مورد مطالعه قرار داده است، بهره‌گیری از روش تحلیل فضایی و تکنیک‌های آمار فضایی کاربرد لازم برای تبیین موضوع تحقیق را دارد. به همین دلیل با توجه به ماهیت موضوع الگوی کشت در پهنه فضایی ایران بهره‌گیری از روش تحلیل فضایی و تکنیک‌های آمار فضایی ضرورت دارد. بنابراین با توجه به اهمیت کشت غلات(بخش عمده سطح زیرکشت و تولید آن در بخش کشاورزی کشور)و نقش تأثیر گذار آن در تأمین امنیت غذایی جمعیت کشور و بویژه پایداری سکونتگاه‌های روستایی تدوین سند ملی الگوی کشت بسیار ضروری است. پژوهش حاضر الگوی فضایی کشت غلات را به عنوان گام ابتدایی در حرکت به سمت طراحی الگوی بهینه کشت جهت بهره‌برداری پایدار از منابع و عوامل تولید مورد واکاوی و تحلیل قرار داده است.

داده‌ها و روش‌کار

در مطالعه حاضر، روش پژوهش به صورت توصیفی تحلیلی است. این مقاله در سه مقیاس ملی، استانی و شهرستانی به توصیف و تحلیل سطح زیرکشت غلات (گندم و جو) پرداخته است. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از آمارنامه کشاورزی سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۷ جهاد کشاورزی استخراج شده است. همچنین لایه‌های پایه شهرستانی و استانی مورد استفاده، از مرکز آمار ایران دریافت شده است. جهت تحلیل داده‌ها از تکنیک‌های آمار فضایی در محیط نرم‌افزار Arc GIS استفاده شده است. به منظور کشف الگوی فضایی سطح زیرکشت غلات (گندم و جو) و شناسایی کانون‌های تمرکز آن از آماره Gi یا تحلیل لکه‌های داغ استفاده شد که یک روش برای تحلیل گرایش‌های مکانی(خوشه‌بندی) با توجه ویژگی داده‌های فضایی (نقاط یا نواحی) است(Getis & Ord,1996:263). در ادامه، توضیحات لازم در مورد کاربرد و موارد استفاده این روش ارائه می‌شود.

برای شناسایی و استخراج الگوهای فضایی کشت غلات از آماره موران سراسری[1]، خوشه‌بندی کم/زیاد [2]و تحلیل لکه داغ[3] استفاده شده است.

موران سراسری از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(x_i - \overline{X})(x_j - \overline{X})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{X})^2} \quad ،$$

x_j مقدار متغیر در ناحیه j، $\overline{X}$ میانگین متغیر در تمامی نواحی و w_{ij} وزن به کار رفته برای مقایسه دو ناحیه i و j است. مقدار i معمولا از ۱- تا ۱+ متغییر است. مقدار نزدیک به صفر نشان دهندهٔ الگوی فضایی تصادفی برای پدیده است و مقادیر نزدیک به ۱- و ۱+ نشان دهندهٔ بالاترین تمرکز جغرافیایی مقادیر نامشابه و مشابه است (Levine, 2004: 16; Zhang et al,2008:214).

- خوشه‌بندی زیاد/کم

آماره G که وجود یا عدم وجود خوشه‌بندی در مقادیر زیاد و یا در مقادیر کم داده‌های فضایی را بررسی می‌کند به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}\, x_i x_j}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_i\, x_j}, \forall_j \neq i$$

در فرمول فوق x_i و x_j خصوصیات عوارض جغرافیایی i و j می‌باشند و w_{ij} وزن جغرافیایی مورد نظر بین پدیده i و j می‌باشد. اگر میزان امتیاز استاندارد (Z) بسیار بزرگ و میزان P-value نزدیک به صفر باشد، حاکی از وجود خوشه بندی است. اگر میزان Z مثبت باشد یعنی که خوشه‌بندی در مقادیر بالا یا زیاد شکل گرفته و اگر مقدار آن منفی باشد یعنی خوشه‌بندی در مقادیر کم شکل گرفته است(Ord & Getis,1995:290; Frazier et al,2013:57). مقدار امتیاز استاندارد G نیز به صورت زیر اندازه گیری می‌شود:

$$Z_g = \frac{g - e[g]}{\sqrt{v[g]}}$$

$$E[G] = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}}{n(n-1)}, \forall j \neq i$$

$$V[G] = E[G^2] - E[G]^2$$

- لکه داغ (Hot Spot Analysis) یا آماره گتیس – ارد جی (Getis - Ord Gi)

تحلیل لکه داغ به روش زیر محاسبه می‌شود:

$$G_i^* = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_{i,j}x_j - \overline{x}\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}}{S\sqrt{\frac{\left[n\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^{n} w_{i,j})^2\right]}{n-1}}}$$

۱. Global Moran I
2. High/Low Clustering
3. Hot Spot Analysis

در این فرمول، x_j مقدار خصیصه برای عارضه j ، $w_{i,j}$ وزن فضایی بین عارضه i وj که هر عارضه در چارچوب خصیصه‌های همسایگی تحلیل می‌شود و n برابر با تعداد کل عارضه‌ها است. امتیاز استاندارد(Z) مثبت و معنادار از لحاظ آماری و هرچه امتیاز Z بزرگتر باشد مقادیر بالا به میزان زیادی خوشه‌بندی شده است و لکه داغ تشکیل داده شده است و برای امتیاز Z منفی هرچه میزان Z کوچکتر باشد یعنی لکه‌های سرد شکل گرفته‌اند. S و $\overline{x}$ از طریق معادله زیر سنجش می شوند(عسگری، ۱۳۹۰: ۷۶):

$$\overline{X} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_j}{n}$$

$$S = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_j}{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} x_j^2}{n} - (\overline{X})^2}}$$

شرح و تفسیر نتایج

تحلیل وضعیت سطح زیرکشت گندم و جو در سطح ملی

نتایج حاصل از سرشماری عمومی کشاورزی سال ۱۳۸۲ در سطح ملی نشان می‌دهد کل سطح زیر کشت محصولات زراعی برابر با ۱۲۰۰۱۰۷۲ هکتار بوده است که از این مقدار ۶۹۳۱۲۸۶ هکتار برابر با ۵۷/۷۵ درصد آن را گندم و ۱۸۱۷۵۷۳ هکتار برابر با ۱۵/۱۴ درصد آن را جو تشکیل می‌دهد. همچنین براساس آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۷ کل سطح زیرکشت زراعی برابر با ۱۱۰۸۴۹۱۲ هکتار بوده است که از این مقدار ۵۴۰۰۳۱۰ هکتار برابر با ۴۸/۷۱ درصد به گندم و ۱۴۵۳۶۰۹ هکتار برابر با ۱۳/۱۱ درصد به جو اختصاص یافته است. بررسی سطح زیرکشت گندم و جو ایران طی دوره ۱۵ساله نشان می‌دهد که سطح زیرکشت گندم ۱۵۳۰۹۷۶ هکتار برابر با ۹/۰۴ درصد و سطح زیرکشت جو ۳۶۳۹۶۴ هکتار برابر با ۲/۰۳ درصد کاهش یافته است(جدول۱).

جدول۱. تغییرات سطح زیرکشت گندم و جو از سال ۱۳۸۲ تا سال ۱۳۹۷

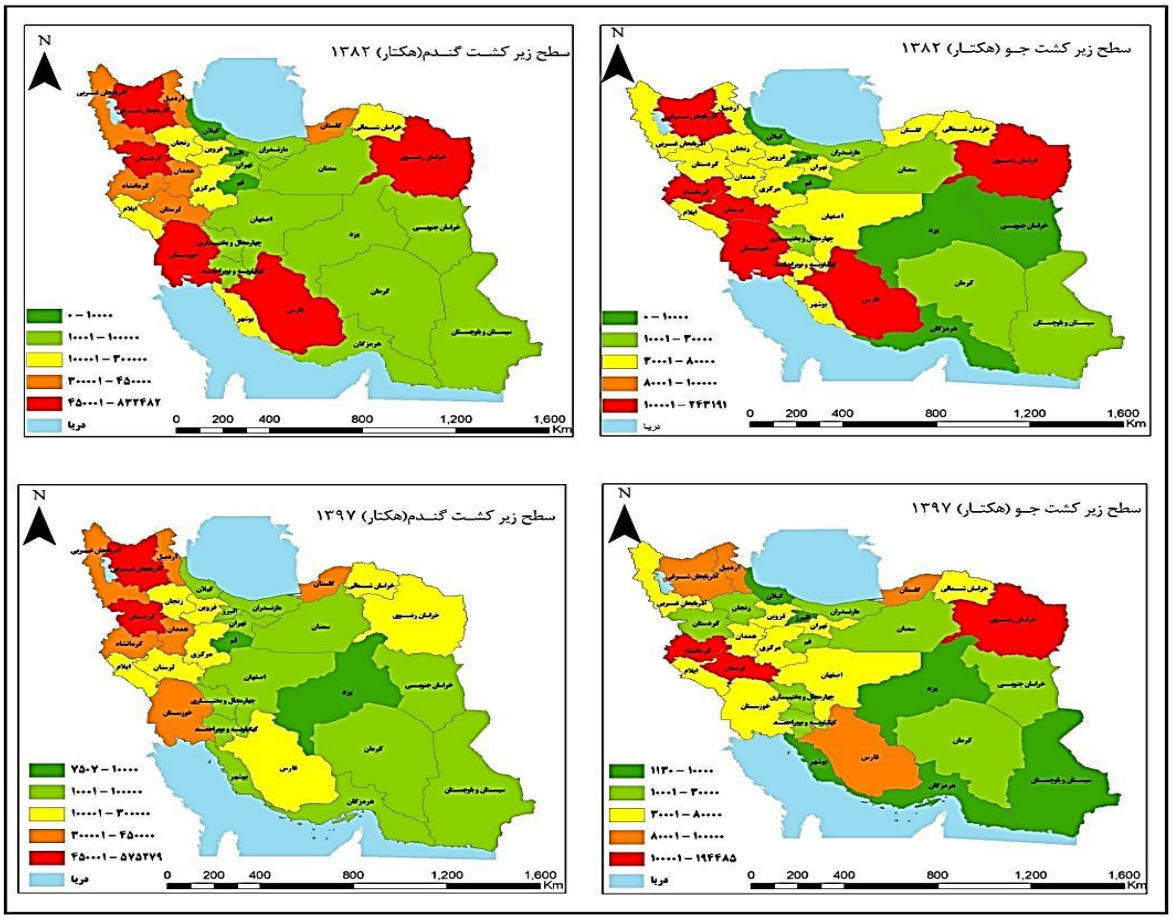
سال	سطح زیرکشت گندم	درصد از کل زراعی	سطح زیرکشت جو	درصد از کل زراعی	سطح زیرکشت کل محصولات زراعی	درصد
۱۳۸۲	۶۹۳۱۲۸۶	۵۷/۷۵	۱۸۱۷۵۷۳	۱۵/۱۴	۱۲۰۰۱۰۷۲	۱۰۰
۱۳۹۷	۵۴۰۰۳۱۰	۴۸/۷۱	۱۴۵۳۶۰۹	۱۳/۱۱	۱۱۰۸۴۹۱۲	۱۰۰
تغییرات	۱۵۳۰۹۷۶-	-۹/۰۴	۳۶۳۹۶۴-	-۲/۰۳	۹۱۶۱۶۰	-

منبع: جهاد کشاورزی، ۱۳۹۷ و ۱۳۸۲

تحلیل وضعیت سطح زیرکشت گندم و جو در سطح استانی

شکل(۱) میزان تغییرات سطح زیر کشت گندم و جو طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۷ در سطح استانی را نشان می‌دهد. بر این مبنا در سال ۱۳۸۲ پنج استان خوزستان، خراسان رضوی، فارس، آذربایجان‌شرقی و کردستان و به ترتیب دارای بیشترین سطح زیرکشت گندم بوده‌اند و در طبقه بیش از ۴۵۰ هزار هکتار سطح زیرکشت گندم قرار گرفته‌اند. این پنج استان در سال ۱۳۸۲ مجموعا ۴۳ درصد از کل سطح زیرکشت گندم ایران را به خود اختصاص داده‌اند. در همین دوره، شش استان خراسان‌رضوی، لرستان، خوزستان، فارس، آذربایجان‌شرقی و کرمانشاه به ترتیب بیشترین سطح زیر کشت جو را داشته‌اند و در طبقه بیش از ۱۰۰ هزار هکتار سطح زیرکشت جو قرار گرفته‌اند. این شش استان مجموعا ۵۳ درصد از کل سطح زیر کشت جو در سال ۱۳۸۲ را به خود اختصاص داده‌اند. در سال ۱۳۹۳ سه استان خوزستان، کردستان و آذربایجان‌شرقی به ترتیب بیشترین میزان سطح زیر کشت گندم را داشته‌اند و در طبقه با بیش از ۴۵۰ هزار هکتار سطح زیرکشت گندم قرار گرفته‌اند. این سه استان مجموعا ۲۹ درصد از کل سطح زیرکشت گندم را به خود اختصاص داده‌اند. در همین دوره نه

استان لرستان، خراسان‌رضوی، خوزستان، فارس، کرمانشاه، اردبیل، گلستان، همدان و آذربایجان‌شرقی به ترتیب بیشترین سطح زیرکشت جو را داشته‌اند و در طبقه با بیش از ۱۰۰ هزار هکتار سطح زیر کشت قرار گرفته‌اند. این ۹ استان مجموعاً ۶۵ درصد از کل سطح زیرکشت جو را به خود اختصاص داده‌اند. در سال ۱۳۹۷ دو استان کردستان و آذربایجان‌شرقی به ترتیب بیشترین میزان سطح زیر کشت گندم را داشته‌اند و در طبقه با بیش از ۴۵۰ هزار هکتار سطح زیرکشت قرار گرفته‌اند. این دو استان مجموعا ۱۹ درصد از کل سطح زیر کشت گندم ایران را به خود اختصاص داده‌اند. در همین دوره سه استان لرستان، کرمانشاه و خراسان‌رضوی بیشترین سطح زیرکشت جو را داشته‌اند و در طبقه با بیش از ۱۰۰ هزار هکتار سطح زیرکشت قرار گرفته‌اند. در این سال، این سه استان مجموعا ۲۹ درصد از کل سطح زیر کشت جو ایران را به خود اختصاص داده‌اند.



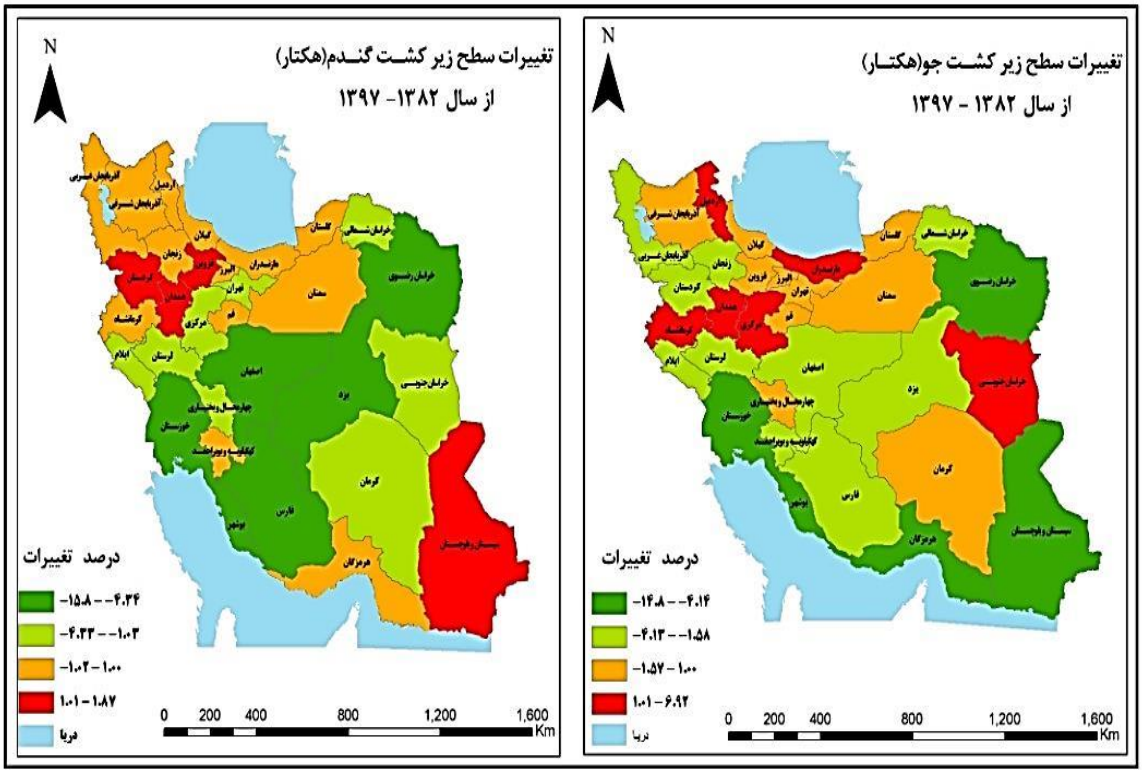
شکل۱. تغییرات فضایی _ زمانی سطح زیر کشت گندم و جو در سطح استانی (۱۳۹۷،۱۳۸۲)

تغییرات کشت غلات در سطح استانی

شکل(۲) نقشه پراکندگی فضایی میزان تغییرات سطح زیرکشت گندم و جو طی دوره ۱۵ ساله ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۷ را نشان می‌دهد. همانطور که این نقشه نشان می‌دهد استان‌های با رنگ قرمز، استان‌هایی هستند که بیشترین افزایش سطح زیرکشت طی دوره ۱۵ ساله مورد بررسی را داشته‌اند و استان‌های با رنگ سبز تیره، استان‌هایی هستند که بیشترین میزان کاهش سطح زیرکشت غلات(گندم و جو) طی دوره مورد بررسی را داشته‌اند.

بر این اساس استان‌های بوشهر، خراسان‌رضوی، اصفهان، یزد، خوزستان و فارس استان‌هایی هستند که بیشترین میزان کاهش سطح زیرکشت گندم در آن‌ها رخ داده و نرخ رشد آن‌ها بین منفی ۴/۳۴ تا منفی ۱۵/۷۸ درصد بوده است و استان‌های همدان، سیستان و بلوچستان، کردستان و قزوین استان‌هایی هستند بیشترین میزان افزایش سطح زیرکشت گندم در آن‌ها رخ داده که نرخ رشد آن‌ها بین ۱ تا ۱/۸۷ درصد بوده است. همچنین استان‌های بوشهر، هرمزگان، خوزستان، خراسان

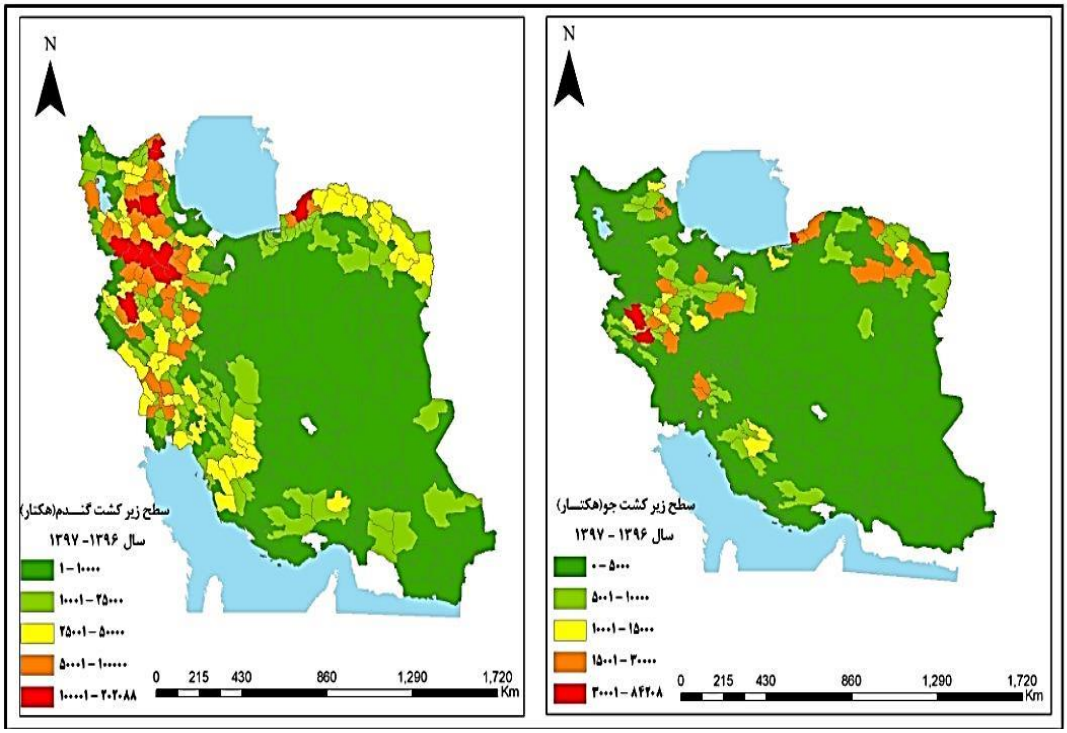
رضوی و سیستان و بلوچستان استان‌هایی با بیشترین میزان کاهش سطح زیرکشت جو هستند که نرخ رشد آن‌ها بین منفی ۴/۱۴ تا ۱۴/۷۷ درصد بوده است. مازندران، اردبیل، همدان، مرکزی، کرمانشاه و خراسان‌جنوبی استان‌هایی با بیشترین میزان افزایش سطح زیرکشت جو هستند که نرخ رشد آن‌ها بین ۱ تا ۶/۹۲ درصد بوده است.



شکل۲. تغییرات سطح زیرکشت گندم در سطح استانی طی سال‌های۱۳۸۲- ۱۳۹۷

تحلیل الگوی فضایی کشت غلات در سطح شهرستانی

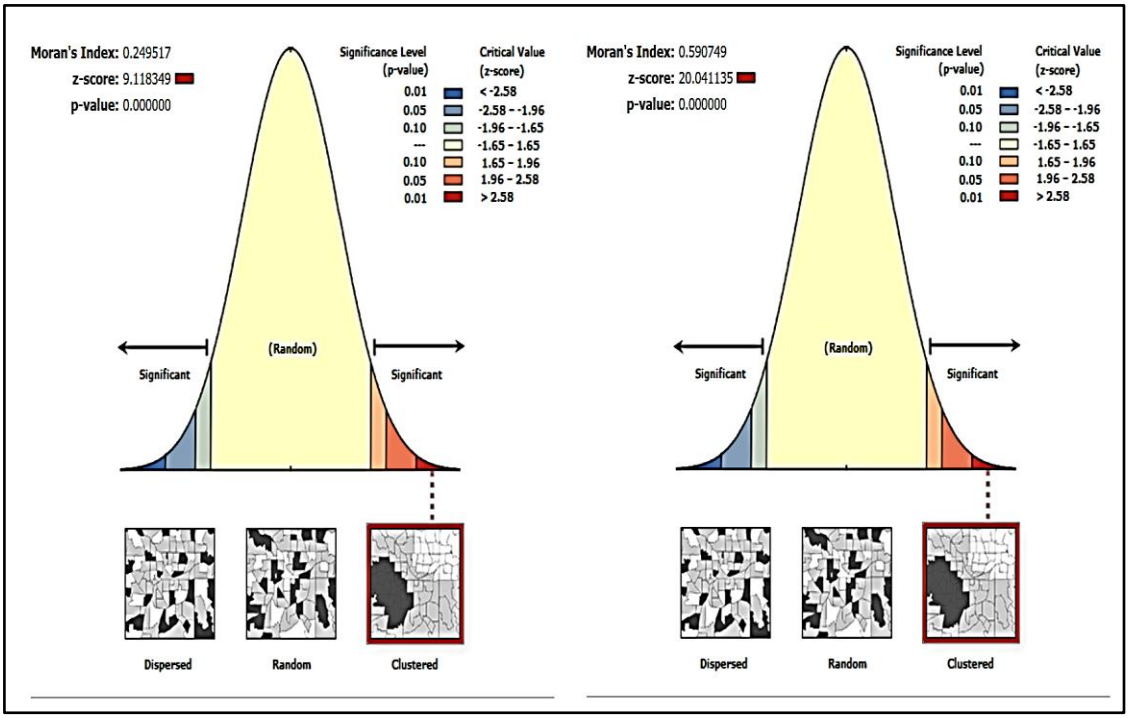
شکل(۳)، توزیع فضایی سطح زیر کشت گندم و جو را در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ نشان می‌دهد. سطح زیر کشت گندم از ۰ تا ۲۰۲۰۸۸ هکتار در سطح شهرستان‌های کشور متغیر است. بیشترین سطح زیر کشت عمدتاً در نیمهٔ غربی از مناطق شمال غربی تا مناطق جنوب غربی کشور است که سطح زیر کشت بالای ۵۰۰ هزار هکتار داشته‌اند. شمال شرقی کشور با سطح زیر کشت بیشتر از ۲۵۰هزار هکتار نسبت به سایر شهرستان های کشور سطح زیرکشت بیشتری را به خود اختصاص داده اند. شهرستان‌های نواحی مرکزی، شرق و جنوب کمترین میزان سطح زیرکشت را دارند و سطح زیر کشت آن‌ها در بازه ۰ تا کمتر از ۲۵۰ هزار هکتار قرار دارد. توزیع فضایی سطح زیرکشت جو در سطح شهرستان‌ها، متفاوت با گندم است و تغییرات آن بین ۰ تا ۸۴۲۰۸ هکتار در سطح شهرستان‌های کشور دارای نوسان است، به طوریکه شهرستان‌های واقع در غرب کشور به خصوص شهرستان‌های دو استان کرمانشاه و لرستان سطح زیر کشت بالای ۳۰ هزار هکتار را دارند. شهرستان‌های استان قم و شهرستان‌های استان خراسان‌رضوی نیز با سطح زیر کشت ۱۵هزار هکتار جو سهم زیادی از سطح زیر کشت جو را به خود اختصاص می‌دهند. شمال‌غربی، جنوب شرقی، جنوب و نواحی داخلی کشور در بازه ۰ تا ۵ هزار هکتار سطح زیرکشت، کمترین میزان را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل۳. پراکندگی فضایی سطح زیر کشت گندم و جو سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶

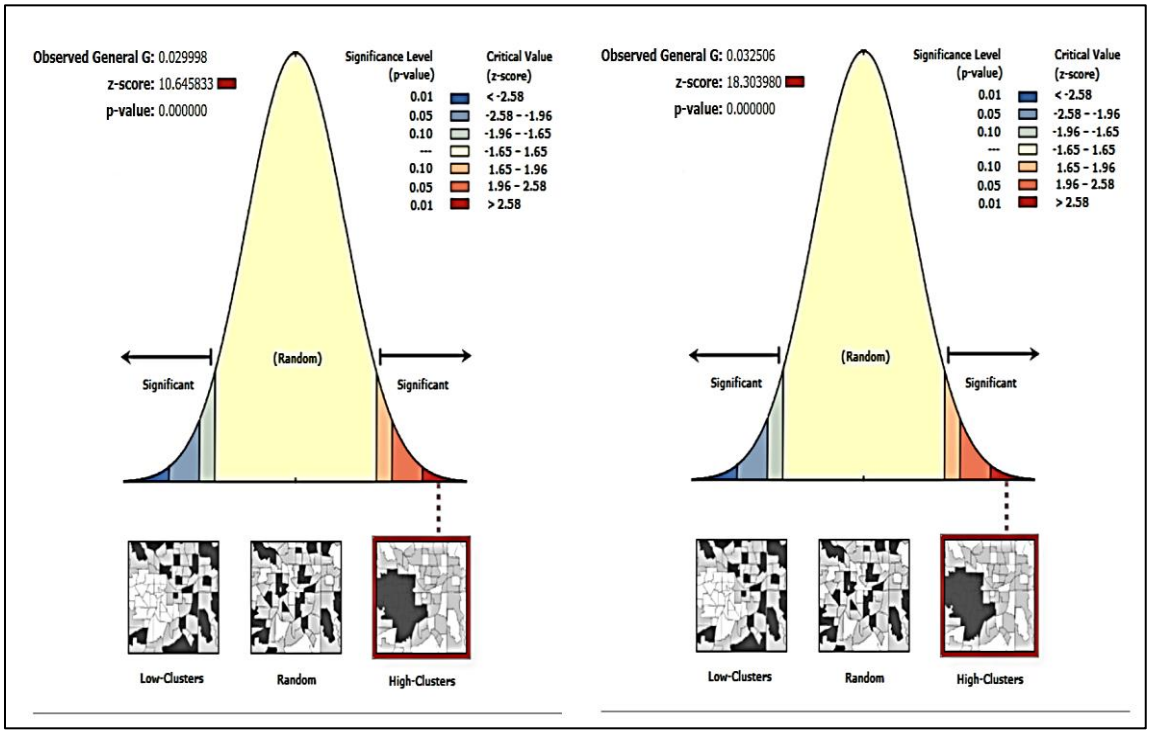
در ادامه پژوهش، جهت تعیین خوشه‌ای یا تصادفی بودن الگوی فضایی سطح زیرکشت گندم و جو در سطح شهرستان های کشور از تحلیل خود همبستگی فضایی استفاده شده است. دامنه موران بین ۱+ و ۱- متغیر است. زمانی که مقدار شاخص موران بزرگتر از صفر باشد نوعی خوشه‌بندی فضایی را نشان می دهد یا به عبارتی نشان‌دهندهٔ خوشه‌ای بودن الگوی فضایی پراکندگی داده‌ها در سطح فضا است و زمانی که مقدار شاخص موران کمتر از صفر باشد، نشان‌دهندهٔ الگوی فضایی پراکنده عوارض مورد مطالعه در سطح فضا است. زمانی که مقدار موران صفر باشد نشان‌دهندهٔ تصادفی بودن و عدم ارتباط در الگوی فضایی مشاهده شده است. همچنین در خروجی گرافیکی اگر مقدار Z استاندارد در دنباله سمت راست و قرمز رنگ منحنی نرمال قرار گیرد، نشان‌دهندهٔ شکل‌گیری الگوی خوشه‌ای، اگر در سمت چپ و آبی رنگ منحنی نرمال قرار گیرد، نشان‌دهندهٔ الگوی پراکنده و اگر در قسمت مرکزی و زرد رنگ منحنی نرمال قرار گیرد، نشان‌دهندهٔ تصادفی بودن الگوی فضایی پدیده مورد مطالعه است(عسگری، ۱۳۹۰: ۶۶-۶۵).

نتایج حاصل از خود همبستگی فضایی سطح زیرکشت گندم و جو نشان‌دهندهٔ وجود الگوی خوشه‌ای و معنی‌دار در سطح شهرستان‌های کشور است. به طوری که مقدار به دست آمده شاخص موران سراسری برای سطح زیرکشت گندم برابر با ۰/۵۹۰ است و به دلیل اینکه این مقدار از صفر بزرگتر و به عدد ۱+ نزدیک است، نشان‌دهندهٔ شکل‌گیری یک الگوی فضایی خوشه‌ای است. همچنین مقدار Z نیز برابر با ۲۰/۰۴ و مقدار P-Value برابر با صفر که تأییدکنندهٔ وجود الگوی خوشه‌ای و رد تصادفی بودن الگوی فضایی سطح زیرکشت گندم با سطح اطمینان ۹۹ درصد است. همانطور که در (شکل۴ سمت راست) نیز نشان داده شده است با قرار گرفتن Z استاندارد در دنبالهٔ راست و قرمز رنگ توزیع نرمال الگوی خوشه‌ای سطح زیرکشت گندم قابل تشخیص است. همچنین، مقدار به دست آمده شاخص موران سراسری برای سطح زیرکشت جو برابر با ۲۴۹/ است و به دلیل اینکه این مقدار از صفر بزرگتر و به عدد ۱+ نزدیک است، نشان‌دهندهٔ شکل‌گیری یک الگوی فضایی خوشه‌ای است. همچنین مقدار Z نیز برابر با ۹/۱۱ و مقدار P-Value برابر با صفر که تأییدکننده وجود الگوی خوشه‌ای و رد تصادفی بودن الگوی فضایی سطح زیرکشت جو با سطح اطمینان ۹۹ درصد است. همانطور که در (شکل۵ سمت چپ) نیز نشان داده شده است با قرار گرفتن Z استاندارد در دنباله راست و قرمز رنگ توزیع نرمال الگوی خوشه‌ای سطح زیرکشت جو قابل تشخیص است.



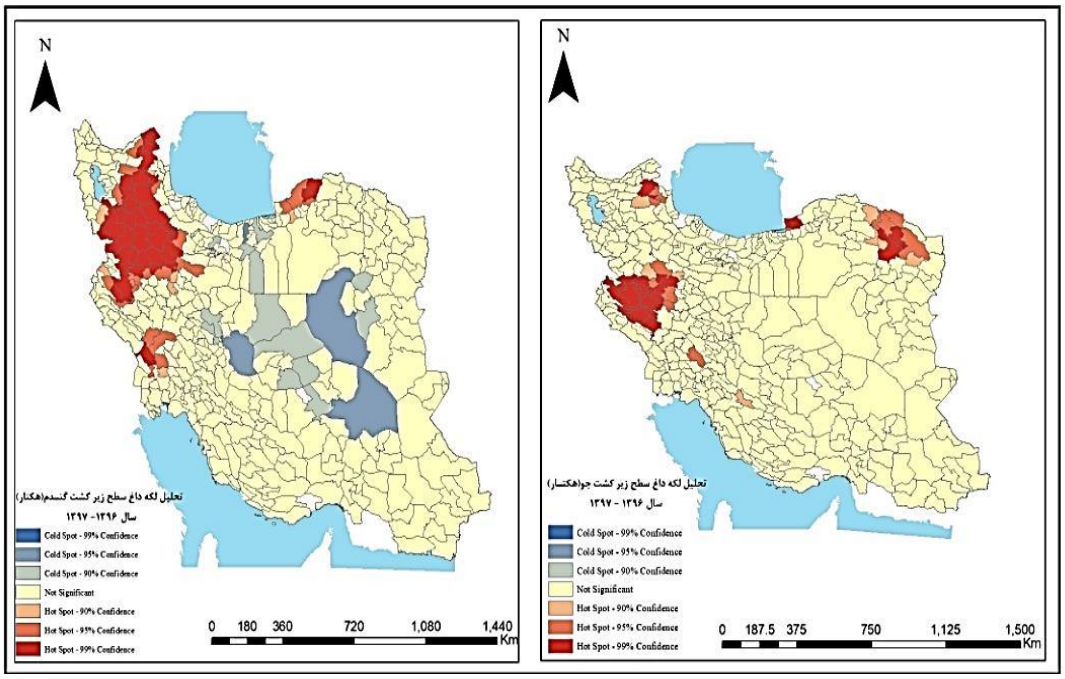
شکل٤. تحلیل موران سراسری سطح زیرکشت گندم(سمت راست) و سطح زیرکشت جو(سمت چپ) ۱۳۹۷-۱۳۹۶

در ادامه پژوهش، جهت تعیین اینکه مقادیر بالای سطح زیرکشت گندم و جو خوشه ایجاد کرده‌اند یا مقادیر پایین، از تحلیل خوشه‌بندی زیاد یا کم استفاده شده است. در این روش اگر مقدار Z مثبت باشد آنگاه نتیجه می‌گیریم که مقادیر بالای خصیصه مورد مطالعه خوشه ایجاد کرده‌اند و اگر مقدار Z محاسبه شده منفی باشد، آنگاه نتیجه می‌گیریم که مقادیر پایین خصیصه مورد مطالعه خوشه ایجاد کرده‌اند. همچنین در صورتی که مقدار آماره G سراسری مثبت باشد نشان‌دهندهٔ وجود وابستگی فضایی بین مقادیر بالا و ایجاد خوشه در مقادیر بالا است و در صورتی که مقدار آماره G سراسری منفی باشد، نشان‌دهندهٔ وجود وابستگی فضایی بین مقادیر پایین و ایجاد خوشه در مقادیر پایین است. در خروجی گرافیکی نیز اگر مقدار Z استاندارد در دنباله سمت راست و قرمز رنگ منحنی نرمال قرار گیرد نشان‌دهندهٔ الگوی خوشه‌ای در مقادیر بالا یا زیاد و اگر در دنباله سمت چپ و آبی رنگ منحنی نرمال قرار گیرد نشان‌دهندهٔ الگوی خوشه‌ای در مقادیر پایین یا کم پدیده مورد مطالعه است(عسگری، ۱۳۹۰: ۵۲-۵۱). نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که مقدار آماره G سراسری برای سطح زیرکشت گندم مثبت و برابر با ۰/۰۳۲ و مقدار Z نیز مثبت و برابر با ۱۸/۳۰ است و مقدار P-Value برابر با صفر است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مقادیر بالای سطح زیرکشت گندم در سطح شهرستان‌های ایران با سطح اطمینان ۹۹ درصد در کنار هم قرار گرفته‌اند و به صورت خوشه درآمده‌اند. همچنین همانطور که در (شکل ۵ سمت راست) نشان داده شده است، قرار گرفتن Z استاندارد در دامنه راست و قرمز رنگ توزیع نرمال تأییدکنندهٔ این واقعیت است که شهرستان‌های با مقادیر بالای سطح زیرکشت گندم در مجاور یکدیگر قرار گرفته و خوشه ایجاد کرده‌اند. همچنین، مقدار آماره G سراسری برای سطح زیرکشت جو نیز مثبت و برابر با ۰/۰۲۹ و مقدار Z نیز مثبت و برابر با ۱۰/۶۴ است و مقدار P-Value برابر با صفر است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مقادیر بالای سطح زیرکشت جو در سطح شهرستان‌های ایران با سطح اطمینان ۹۹ درصد در کنار هم قرار گرفته‌اند و به صورت خوشه در آمده‌اند. همچنین همانطور که در (شکل ۵ سمت چپ) نشان داده شده است، قرار گرفتن Z استاندارد در دامنه راست و قرمز رنگ توزیع نرمال تأییدکنندهٔ این واقعیت است که شهرستان های با مقادیر بالای سطح زیرکشت جو در مجاور یکدیگر قرار گرفته و خوشه ایجاد کرده‌اند.



شکل۵. تحلیل خوشه زیاد/کم سطح زیر کشت گندم(سمت راست) و سطح زیرکشت جو(سمت چپ) ۱۳۹۷-۱۳۹۶

جهت شناسایی پهنه‌های فضایی با تمرکز خوشه‌های با مقادیر بالا و پایین که دارای همبستگی فضایی نیز باشند از تحلیل خوشه‌های داغ استفاده شده است. این ابزار در واقع به هر عارضه در چارچوب عوارضی که در همسایگی آن قرار دارد، نگاه می‌کند. یک عارضه به تنهایی نمی‌تواند خوشه داغ یا سرد تشکیل بدهد، برای اینکه یک عارضه به عنوان خوشه داغ یا سرد معنادار شناخته شود، باید هم خود عارضه و هم عوارضی که در همسایگی آن قرار دارند داغ یا سرد باشد تا از نظر آمار فضایی معنادار تلقی شود. همانطور که در نقشه۶ نمایش داده شده است، مناطق با رنگ آبی شهرستان‌هایی هستند که مقادیر پایین مربوط به سطح زیرکشت گندم و جو در کنار هم واقع شده‌اند و تشکیل خوشه‌های سرد داده‌اند. همچنین مناطق با رنگ قرمز شهرستان‌هایی هستند که در آن‌ها مقادیر بالای سطح زیرکشت گندم و جو تجمع کرده‌اند و تشکیل خوشه‌های داغ داده‌اند. نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌های داغ سطح زیرکشت گندم نشان‌دهندهٔ وجود یک خوشه داغ اصلی با مقادیر بالای سطح زیرکشت گندم در مناطق غرب و شمال غربی ایران است. این خوشه از گستردگی فضایی نسبتاً بالایی برخوردار است و همچنین از لحاظ آماری عمدتاً با سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است. همچنین یک خوشه داغ فرعی در مناطق شمال و شمال‌شرقی ایران و منطبق با محدودهٔ سیاسی استان گلستان ایجاد شده است و یک خوشه داغ فرعی دیگر نیز در مناطق جنوب غربی با محوریت شهرستان‌هایی از استان خوزستان ایجاد شده است که دو خوشه مذکور از وسعت فضایی محدودتری نسبت به خوشه اصلی برخوردار هستند و همچنین از لحاظ آماری با سطح اطمینان کمتری معنادار تلقی می‌شوند. همچنین، نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌های داغ سطح زیرکشت جو نشان‌دهندهٔ وجود یک خوشه داغ اصلی با مقادیر بالای سطح زیرکشت جو در مناطق غربی ایران است، این خوشه عمدتاً با سطح اطمینان ۹۹ درصد به لحاظ آماری معنادار است. همچنین یک خوشه داغ اصلی دیگر در مناطق شرقی ایران با محوریت استان خراسان رضوی شکل گرفته است این خوشه به لحاظ آماری با سطح اطمینان پایین‌تری(۹۹ و ۹۵ درصد) نسبت به خوشه اول معنادار شناخته می‌شود. دو خوشه فرعی نیز در مناطقی از شمال و شمال‌غرب ایران ایجاد شده‌اند که این خوشه‌ها از وسعت فضایی محدودی برخوردار هستند.



شکل٦. تحلیل خوشه‌های داغ سطح زیرکشت گندم(سمت راست) و سطح زیرکشت جو(سمت چپ) ۱۳۹۷-۱۳۹۶

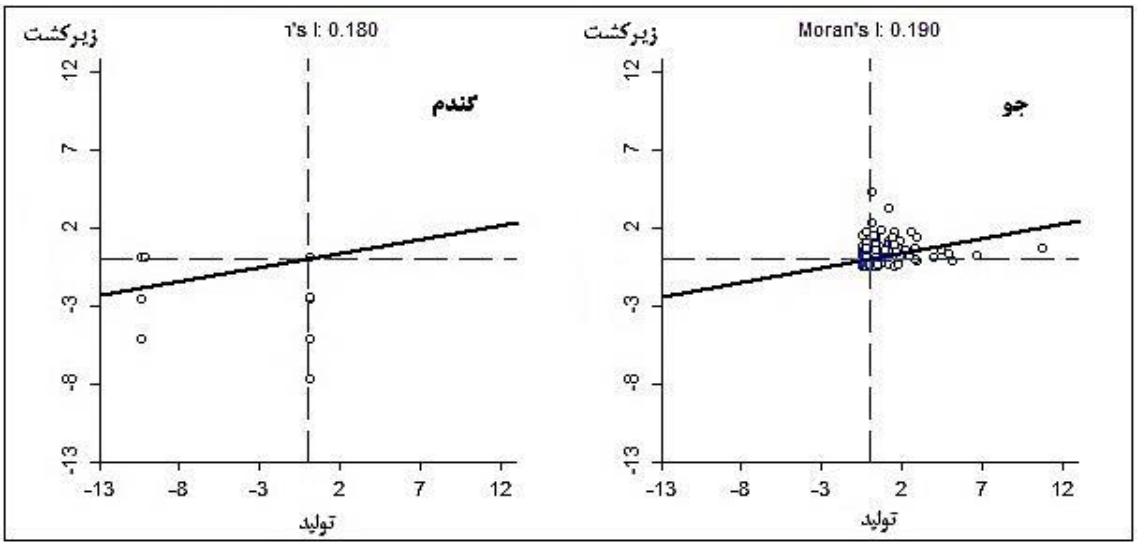
بحث و نتیجه‌گیری

بخش کشاورزی به ویژه غلات به دلیل نقش آن در تأمین امنیت غذایی مردم اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا محصولاتی نظیر گندم و جو بیش از نیمی از تولید غذایی جهان را تأمین می‌کند. این محصولات علاوه بر مصرف مستقیم توسط انسان، بخش عمده نهاده‌های مورد نیاز دام و طیور را نیز پوشش می‌دهند. بنابراین، توجه به این بخش به عنوان بستری برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار و پایان دادن به گرسنگی به ویژه در کشورهای در حال توسعه امری ضروری قلمداد می‌شود. نقش ویژه فعالیت‌های کشاورزی در ساختار اقتصادی و پیوند آن با معیشت بخشی از جمعیت که به طور عمده در روستاها ساکن هستند و تأمین امنیت غذایی برای جمعیت رو به رشد و محدودیت منابع و امکانات ضرورت برنامه‌ریزی در این بخش را مسلم می‌دارد. بنابراین، در راستای تأمین امنیت غذایی از یک طرف و حفظ منابع محیطی از طرف دیگر لازم است تا برنامه‌های منطقی و مدون در جهت شیوه بهره‌برداری از منابع و میزان اختصاص زمین به کشت غلات تدوین شود. برای دستیابی به این مهم در گام اول توجه به الگوی کشت محصولات کشاورزی ضروری است. در همین زمینه پژوهش حاضر با هدف تحلیل الگوی فضایی و زمانی تغییرات کشت غلات(گندم و جو) طی یک دورهٔ ۱۵ ساله از ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۷ صورت گرفته است. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد طی دوره مذکور سطح زیرکشت غلات(گندم و جو) رو به کاهش بوده است این موضوع از دو جهت حائز اهمیت است. از یک طرف کاهش سطح زیرکشت می‌تواند تهدیدی برای امنیت غذایی کشور و معیشت بخش عمدهٔ جمعیت روستایی تلقی شود به شرطی که کاهش سطح زیرکشت با کاهش میزان تولید نیز همراه باشد. در این ارتباط بر اساس آمارهای رسمی جهاد کشاورزی طی دورهٔ ۱۵ ساله مورد بررسی مجموع تولید غلات(گندم و جو) طی این دوره حدود ۲ میلیون و ۲۰۰ هزار تن افزایش داشته است(جهاد کشاورزی، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۷). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت کاهش سطح زیرکشت موجب کاهش تولید غلات نشده است و از لحاظ امنیت غذایی نسبت به ابتدای دوره زمانی مورد بررسی، مشکل حادی ایجاد نشده است. از طرفی کاهش سطح زیرکشت می‌توانند به نوعی کاهش فشار بر منابع محیطی مانند زمین تلقی شود به شرطی که همراه با افزایش استفاده از کودهای شیمیایی و مخرب محیط‌زیست در جهت افزایش تولید در واحد سطح نباشد. در همین زمینه آمارهای منتشر شده از سوی مرکز آمار ایران نشان می‌دهد در سال ۱۳۸۵ حدودا ۴ میلیون و ۵۰۰ هزار تن کود شیمیایی و همچنین حدودا ۲۰ هزار تن سموم مختلف در بخش کشاورزی توزیع شده است. اما این آمار در سال ۱۳۹۷ به صورت قابل توجهی کاهش یافته است، به طوری که میزان توزیع کود شیمیایی حدودا به ۲ میلیون و ۱۰۰ هزار تن و سموم

مختلف به یک هزار و ۵۰۰ تن کاهش پیدا کرده است(مرکز آمار ایران ۱۳۸۵ و ۱۳۹۷). بنابراین میتوان نتیجه گرفت کاهش سطح زیرکشت غلات(گندم و جو) در ایران به صورت منطقی رخ داده است. چراکه از یک سو مانع از کاهش میزان تولید شده است و از سوی دیگر برخی از فعالیت‌های مخرب زیست محیطی آن نیز به شکل ملموسی کاهش یافته است. در همین زمینه می‌توان گفت یکی از دلایل افزایش میزان تولید غلات با وجود کاهش سطح زیرکشت این محصولات، گسترش شبکه های مدرن آبیاری بوده است به طوری که بر اساس آمار ارائه شده از سوی مرکز آمار ایران از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۹۷ سطح زیرکشت مجهز به شبکه‌های مدرن آبیاری از ۷۷۸۶۹۴ هکتار به ۹۷۲۱۵۴ هکتار رسیده است. به عبارت دیگر، طی دورهٔ مذکور ۱۹۳۴۶۰ هکتار به اراضی مجهز به شبکه آبیاری مدرن اضافه شده است (مرکز امار ایران، ۱۳۹۷). این بخش از نتایج تحقیق با نتایج پژوهش نظری و دیگران(۱۳۹۲)، پلیان و ماتئوس[1](۲۰۰۶)، سوتوگارسیا[2] و دیگران(۲۰۱۳) مطابقت دارد که در این پژوهشی‌ها نیز اهمیت به کارگیری سامانه‌های مدرن آبیاری در افزایش تولید غلات مورد تأیید قرار گرفته است. همچنین بررسی درصد سطح زیرکشت گندم و جو از کل محصولات زراعی نشان‌دهندهٔ کاهش نسبت زیرکشت این محصولات از کل سطح زیرکشت محصولات زراعی طی دوره مورد بررسی است، ارجمندی و بشرآبادی(۱۳۹۲) نیز در پژوهش خود به نتایج مشابهی رسیده‌اند.

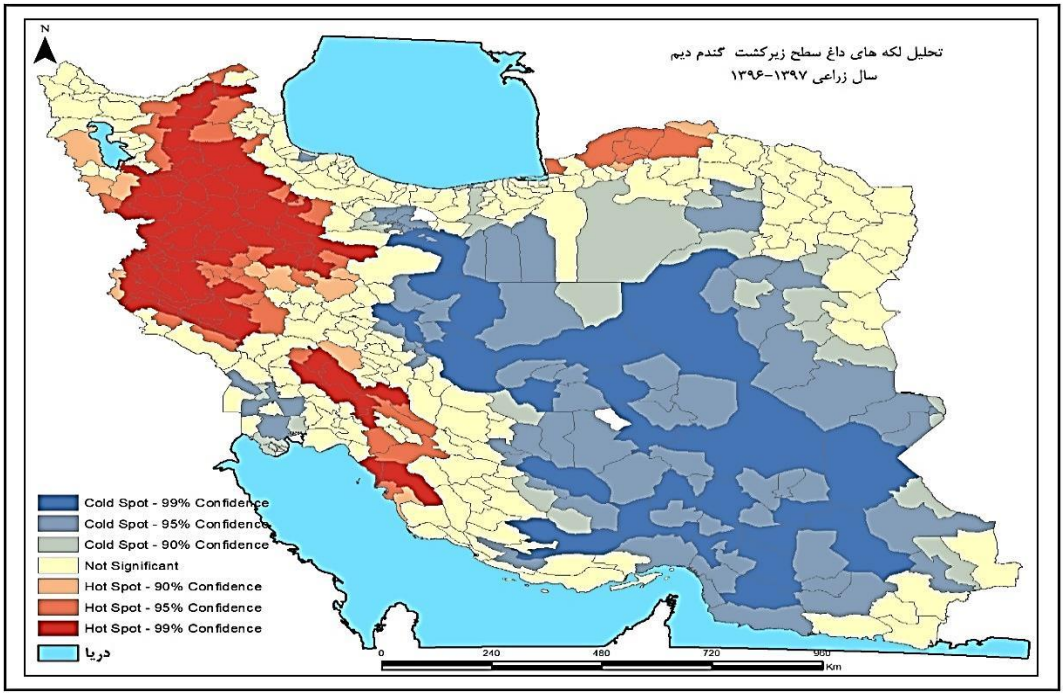
همچنین نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات فضایی سطح زیرکشت غلات(گندم و جو) طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۷ در سطح استانی نشان می‌دهد به طور کلی از تعداد استان‌هایی که در ابتدای دوره با اختلاف بیشتر نسبت به سایر استان‌ها سطح زیرکشت غلات بیشتری را داشته‌اند، در انتهای دوره کمتر شده اند و از طرفی تعداد استان‌هایی که سطح زیرکشت غلات آن‌ها در ابتدای دوره پایین بوده است در انتها کاهش یافته است. به عبارتی نوسانات و دامنه تغییرات فضایی سطح زیرکشت غلات در بین استان‌ها کم شده است و توازن نسبی در میزان اختصاص زمین به کشت گندم و جو در سطح استان‌ها ایجاد شده است. در واقع این بخش از نتایج، نشان‌دهندهٔ کاهش تمرکز کشت غلات در برخی استان‌های کشور که سابقاً به عنوان قطب‌های کاشت و تولید غلات شناخته می‌شدند، بوده و کشت غلات در برخی از استان‌ها گسترش پیدا کرده است. اما نکته مهم این است که آیا این توازن متناسب با ظرفیت‌های محیطی هر استان است یا در برخی استان‌ها برای افزایش سطح زیرکشت غلات از مساحت دیگر منابع محیط طبیعی مانند جنگل‌ها و مراتع کاسته شده است. به همین خاطر وضعیت تغییر مساحت جنگل‌ها و مراتع به عنوان ریه‌های تنفسی طبیعت در سطح استان‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد در بیشتر استان‌های کشور تغییرات قابل توجهی در مساحت جنگل‌ها و مراتع کشور رخ نداده است، فقط در برخی استان‌های شمالی کشور از جمله مازندران، گیلان، گلستان و همچنین استان تهران شاهد کاهش مساحت جنگل یا مراتع هستیم(مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۷). که در این استان‌ها با توجه به ارزش بالای زمین کاهش مساحت جنگل یا مراتع را نمی‌توان ناشی از تغییر کاربری به کشاورزی دانست، بلکه عمدتاً ناشی از تغییر کاربری به افزایش ساخت و سازها، گسترش کاربردهای مرتبط با گردشگری، ویلاسازی و خانه های دوم است. این بخش از یافته‌های تحقیق با نتایج پژوهش کلالی‌مقدم(۱۳۹۵)، قماش‌پسند و دیگران(۱۳۹۶) و خراسانیان و نظریان(۱۳۹۵) مطابقت دارد. همچنین نتایج حاصل از تحلیل فضایی سطح زیرکشت غلات در سطح شهرستان‌های کشور بر اساس آمار آخرین دوره مورد بررسی(۱۳۹۷) نشان می‌دهد که برخی شهرستان‌های واقع در غرب و شمال‌غرب کشور به عنوان خوشه‌های اصلی با مقادیر بالای سطح زیرکشت و محل تمرکز سطح زیرکشت گندم و جو شناسایی شده‌اند، همچنین برخی خوشه‌های فرعی در شرق و شمال‌شرق کشور که نشان-دهندهٔ مقادیر بالای سطح زیرکشت گندم و جو است، شناسایی شده‌اند که این خوشه‌های فضایی منطبق با خوشه‌های تولید نیز هستند. به طوری که بررسی همبستگی فضایی سطح زیرکشت غلات و میزان تولید غلات از طریق موران محلی نشان‌دهندهٔ رابطهٔ مثبت و مستقیم بین این دو است. به عبارتی مناطق با سطح زیرکشت بالاتر عمدتاً دارای میزان تولید بالاتری نیز هستند. چای[3] و دیگران(۲۰۱۹) نیز در پژوهش خود به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. همبستگی فضایی بین سطح زیرکشت و تولید غلات در محصول جو قوی‌تر و شاخص موران آن برابر با ۰/۱۹۰ و برای محصول گندم شاخص موران برابر با ۰/۱۸۰ است(شکل ۷).

1. Playan & Mateos
2. Soto-Garcia
3. chai



شکل۷. همبستگی فضایی سطح زیرکشت غلات با میزان تولید غلات(موران محلی)

نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌های داغ نشان می‌دهد در بحث الگوی کشت غلات یک خوشه اصلی که بیشترین سطح زیرکشت گندم را به خود اختصاص داده است در مناطقی از غرب و شمال‌غربی کشور متمرکز شده است که شکل‌گیری این خوشه عمدتاً به دلیل شرایط مساعد این مناطق برای کشت دیم گندم است. چرا که بخش عمده‌ای از دوره رشد این محصول در فصل سرد سال است و نیاز آبی کمتری دارد(اسمعیل‌پور و دیگران، ۱۳۹۶). همچنین با توجه به شرایط اقلیمی این منطقه و وضعیت مطلوب بارندگی بخش عمده‌ای از سطح زیرکشت محصولات کشاورزی در این مناطق به کشت گندم دیم اختصاص داده شده است. همانطور که در شکل ۸ نشان داده شده است، خوشه‌بندی فضایی سطح‌زیرکشت گندم با نسبت سطح زیرکشت دیم گندم انطباق دارد.



شکل ۸. تحلیل لکه‌های داغ سطح زیرکشت گندم دیم سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶

در جمع‌بندی لازم به ذکر است اهمیت موضوع الگوی کشت در بسیاری از کشورهای پیشرفته دنیا به صورت جدی مورد توجه قرار گرفته است. در کشور ما نیز توجه بیشتر به این موضوع از سوی برنامه‌ریزان و سیاست گذران ضرورت دارد. چراکه داشتن الگوی بهینه کشت باعث می‌شود تا اولاً از ظرفیت‌های هر منطقه به درستی استفاده شود و دوماً این امر اگر با برنامه‌ریزی کارشناسی صورت گیرد، افزایش راندمان محصولات کشاورزی در واحد سطح را نیز به دنبال خواهد داشت. آنچه در نتایج پژوهش حاضر مشهود است، اهمیت کشت گندم در بین محصولات کشاورزی است. این محصول هم نقش تعیین کننده‌ای در تأمین نیازهای پایه غذایی مردم دارد و هم بخش عمده‌ای از تولید و سطح زیرکشت محصولات زراعی (۵۰ درصد) را به خود اختصاص داده است. نتایج این پژوهش نشان داد، تمرکز کشت گندم بر مناطقی از غرب و شمال‌غربی کشور واقع شده است که این امر عمدتاً به دلیل وجود ظرفیت‌های لازم برای توسعه کشت دیم است. در واقع خروجی نهایی و کاربردی پژوهش حاضر اکتشاف و مشخص نمودن مناطقی اصلی تمرکز سطح زیر کشت غلات(گندم و جو) با استفاده از قواعد همسایگی(در سطح شهرستان‌های ایران) و اصول آمار فضایی است. این خروجی به عنوان مقدمه ای در تدوین الگوی بهینه کشت غلات کاربرد دارد که می‌توان در برنامه‌ریزی‌های آمایش سرزمین کشور نیز صنایع فرآوری و تکمیلی مرتبط مانند کارخانه‌های آرد، کارخانه‌های درجه‌بندی و بسته‌بندی، انبارها و سیلوهای ذخیره‌سازی لازم را برای این مناطق مورد توجه قرار داد. همچنین در بحث‌هایی مانند تخصیص بودجه برای تجهیز کانال‌های انتقال آب، ساخت سدها و بندها و به کارگیری سامانه‌های نوین آبیاری، لازم است ظرفیت مناطق مختلف کشور در کشت و تولید غلات مورد توجه قرار گیرد. خروجی این پژوهش می‌تواند در برنامه ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با تدوین سند ملی الگوی کشت نیز مورد توجه سیاست‌گذارن بخش کشاورزی قرار گیرد. لازم به توضیح است موضوع الگوی کشت محصولات کشاورزی دارای ابعاد مختلفی است که در این مقاله صرفاً بُعد فضایی و تغییرات زمانی آن مورد بررسی قرار گرفته است. شکل‌گیری یک الگوی کشت متأثر از عوامل مختلفی است و همچنین پیامدهای متعددی نیز برای محیط و جامعه به دنبال دارد، اما امکان گنجاندن تمامی این موارد در یک مقاله پژوهشی امکان‌پذیر نیست و لازم است در مطالعات تکمیلی آتی، موضوعاتی مانند اثرات اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و کالبدی تغییرات فضایی و زمانی الگوی کشت بر جوامع روستایی، تغییرات فضایی و زمانی الگوی کشت و موضوع مهاجرت روستاییان، تحلیل روابط فضایی و زمانی تغییرات الگوی کشت با موضوع امنیت غذایی، تحلیل روابط فضایی و زمانی الگوی کشت با پارامترهای اقلیمی، تحلیل روابط فضایی و زمانی تغییرات الگوی کشت با عوامل تولید مانند نیروی کار، تجهیزات و ماشین‌آلات کشاورزی و تحلیل روابط فضایی و زمانی تغییرات الگوی کشت با تغییر کاربری اراضی در قالب مدل‌های فضایی و با استفاده از تکنیک‌های آمار فضایی مورد توجه پژوهشگران قرار گیرد.

منابع

اسمعیل‌پور اسطرخی، هادی، کریمی، محمد، علیمحمدی سراب، عباس و داوری، کامران(۱۳۹۶). برنامه‌ریزی کشت محصولات کشاورزی با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی مکانی. *مهندسی فناوری اطلاعات مکانی*، ۵(۲)، ۲۳-۱۹.

اسمعیل‌نژاد، مرتضی، طاوسی، تقی و اسکندری ثانی، محمد(۱۳۹۳). بحران آب و ضرورت تغییر الگوی کشت در مناطق روستایی مطالعه موردی: دشت جنوبی بردسکن. *کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی*، ۲(۳)، ۶۲-۴۱.

ارجمندی، امین و مهرابی بشرآبادی، حسین(۱۳۹۲). بررسی تغییرات الگوی کشت محصولات زراعی در ایران طی دوره ۶۱-۱۳۶۲ تا ۸۸-۱۳۸۷. *مجله اقتصاد کشاورزی*، ۷(۴)، ۸۷-۱۰۴.

باولی، مصیب، عادلی، کامران، محمدیان، فرشاد و دل‌انگیزان، سهراب(۱۳۹۴). تعیین الگوی بهینه کشت در راستای توسعه پایدار کشاورزی (مطالعه موردی:دشت ماهیدشت). *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۲۳(۹۰)، ۲۱۶-۱۹۱.

پیرانی، مهدی(۱۳۹۴). *نگرش کشاورزان چغندرکار نسبت به تغییر الگوی کشت در شهرستان میاندوآب*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

جهاد کشاورزی استان اصفهان(۱۳۹۸). *طرح الگوی کشت استان اصفهان. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.*

جهاد کشاورزی(۱۳۹۳). *نتایج تفصیلی سرشماری عمومی کل کشور.*

جهاد کشاورزی(۱۳۹۷). *آمارنامه اطلاعات کشاورزی ایران.*

حمزه‌ئی، مجید و بوزرجمهری، خدیجه(۱۳۹۳). واکاوی آثار و

عوامل مؤثر بر گسترش الگوی کشت زعفران در شهرستان نیشابور مطالعه موردی: دهستان اسحق آباد. *نشریه زراعت و فناوری زعفران*، ۲(۴)، ۲۸۸-۲۷۷.

خدابنده، ناصر (۱۳۹۲). *غلات*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

خراسانیان، میترا و نظریان، علی‌اصغر(۱۳۹۵). بررسی سیر تغییرات شهر تهران و اثرات آن بر تغییر کاربری اراضی روستاهای اطراف(مطالعه موردی: تغییر کاربری اراضی کشاورزی و باغات شهرستان اسلامشهر). *نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، ۹(۱)، ۱۶۸-۱۵۳.

ریاحی، وحید، ضیائیان فیروزآبادی، پرویز، عزیزپور، فرهاد و دارویی، پرستو(۱۳۹۸). عوامل موثر بر ناپایداری الگوی کشت ناحیه لنجانات. *فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی*، ۸(۴)، ۱۶۸-۱۳۹.

سبزواری، علیرضا، رجبی‌پور، علی، باقری، نیکروز و امید، محمود(۱۳۹۹). تعیین الگوی کشت محصولات زراعی به راهکاری برای راهکاری برای کاهش مخاطرات امنیت غذایی کشور. *مدیریت مخاطرات محیطی*، ۷(۱)، ۳۸-۲۳.

سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی(۱۳۹۷). *اهمیت غلات در تغذیه انسان. فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی* ، ۱۶(۶۱).

شاهین‌رخسار، پریسا، علیزاده، امین، انصاری، حسین و قربانی، محمد(۱۳۹۷). واکاوی الگوهای ذهنی خبرگان کشاورزی در باز طراحی الگوی کشت نواحی روستایی استان گیلان. *فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی*، ۷(۳)، ۵۰-۲۳.

عسگری، علی(۱۳۹۰). *تحلیل‌های آمار فضایی با Arc GIS* . تهران: انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران.

قماش‌پسند، محمدتقی، مشیری، سیدرحیم، کردوانی، پرویز و مهدوی، مسعود(۱۳۹۶). تحلیل نقش خانه‌های دوم در تغییر کاربری اراضی کشاورزی روستاهای بخش مرکزی شهرستان لاهیجان. *نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، ۹(۴)، ۱۳-۱.

کلهر، سعید (۱۳۹۵). *بررسی ارتباط کوتاه مدت و بلند مدت انتشار گاز C02 و امنیت غذایی در ایران*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه.

کلالی مقدم، ژیلا(۱۳۹۴). بررسی عوامل موثر بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی(نمونه موردی: مناطق روستایی شهرستان رشت). *مجله پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی*، ۴(۱)، ۱۳۲-۱۱۳.

لطیف‌زاده، شهلا، مختاران، روح‌الله، لطیف‌زاده، لیلا و حمزه، سعید(۱۳۸۹). تعیین الگوی کشت بهینه در راستای مدیریت مصرف آب کشاورزی در حوزه شبکه آبیاری عقیلی-گتوند. *فصلنامه مهندسی آب*، ۱(۱)، ۵۹-۵۳.

محمدیان، سیدپرویز (۱۳۸۹). *تأثیر تغییر الگوی کشت بر درآمد کشاورزان (مطالعه موردی معرفی کلزا در استان کهکیلویه و بویر احمد)*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی.

میرلطفی، محمودرضا و پورجعفرآبادی، مهدیه(۱۳۹۴). تحلیل اثرات دگردیسی الگوی کشت بر ساختار کالبدی سکونتگاه های روستایی شهرستان سیرجان. *نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، ۷(۴)، ۱۶۳-۱۷۸.

مرکز آمار ایران(۱۳۸۲). *سرشماری عمومی کشاورزی*.

مرکز آمار ایران(۱۳۸۵). *سالنامه آماری کل کشور*.

مرکز آمار ایران(۱۳۹۳). *سرشماری عمومی کشاورزی*.

مرکز آمار ایران(۱۳۹۷). *سالنامه آماری کل کشور*

نظری، عبدالحمید، منافی‌آذر، رضا و عبدالهی، عبداله(۱۳۹۲). ارزیابی تأثیر گسترش آبیاری تحت فشار در تغییر ساخت زراعی، الگوی کشت وراندمان تولید (مطالعه موردی: شهرستان میاندوآب). *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۸(۲۴). ۱۴۷-۱۶

Andrabi, J. A. (2018). A Spatio-Temporal Changes in Cropping Pattern and Cropping Intensity in Agriculture to Get a Business Profit in Jammu and Kashmir. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, *1*(4), 16-24.

Alexandratos, N. (2009). How to feed the world in 2050. Proceedings of a Technical Meeting of Experts, FAO, Rome, 32.

Baulcombe, D., Crute, I., Davies, B., Dunwell, J., Gale, M., Jones, J., ... & Toulmin, C. (2009). *Reaping the benefits: science and the sustainable intensification of global agriculture*. The Royal Society.

Bouma, J , G. varallyay & NH Batjes (1998); " principal land use changes

anticipated in Europe". Agriculture,Ecosystem and Environment 67, 103-119.

Chai, J., Wang, Z., Yang, J., & Zhang, L. (2019). Analysis for spatial-temporal changes of grain production and farmland resource: Evidence from Hubei Province, central China. *Journal of Cleaner Production*, *207*, 474-482.

Fan, L., Liang, S., Chen, H., Hu, Y., Zhang, X., Liu, Z., ... & Yang, P. (2018). Spatio-temporal analysis of the geographical centroids for three major crops in China from 1949 to 2014. *Journal of Geographical Sciences*, *28*(11), 1672-1684.

Frazier, A. E., Bagchi-Sen, S., & Knight, J. (2013). The spatio-temporal impacts of demolition land use policy and crime in a shrinking city. Applied Geography, 41, 55-64.

Fukalova, P., & Pokladníkova, H. (2014). Land use developmental trends in cadastral area Žabčice. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, *58*(2), 69-76.

Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2009). World summit on food security. Rome: Author. Retrieved from http://www.fao.org/wsfs/world-summit/en/

Getis, A., & Ord, J. K. (1996). Local spatial statistics: an overview. Spatial analysis: modelling in a GIS environment, 374, 261-277.

Leavy, J., & Smith, S. (2010). Future farmers: youth aspirations, expectations and life choices. *Future Agricultures Discussion Paper*, 13, 1-15.

Levine, N. (2004). CrimeStat III: a spatial statistics program for the analysis of crime incident locations (version 3.0). Houston (TX): Ned Levine & Associates/Washington, DC: National Institute of Justice.

Li, X., Liu, N., You, L., Ke, X., Liu, H., Huang, M., & Waddington, S. R. (2016). Patterns of cereal yield growth across China from 1980 to 2010 and their implications for food production and food security. *Plos one*, *11*(7), e0159061.

Niragira, S. (2011). Agricultural specialization in the north of Burundi. Master's Dissertation in Rural Economics and Management, available: https://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/001/789/885/RUG01-001789885_2012_0001_AC.pdf.

Ord, J. K., & Getis, A. (1995). Local spatial autocorrelation statistics: distributional issues and an application. Geographical analysis, 27(4), 286-306.

Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *363*(1491), 447-465.

Pan, J., Chen, Y., Zhang, Y., Chen, M., Fennell, S., Luan, B., ... & Wang, J. (2020). Spatial-temporal dynamics of grain yield and the potential driving factors at the county level in China. *Journal of Cleaner Production*, *255*, 120312.

Playan, E., & Mateos, L. (2006). Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. *Agricultural water management*, *80*(1-3), 100-116.

Ray, D. K., & Pijanowski, B. C. (2010). A backcast land use change model to generate past land use maps: application and validation at the Muskegon River watershed of Michigan, USA. *Journal of Land Use Science*, *5*(1), 1-29.

Sharma, M. P., Yadav, K., Kaur, K., Prawasi, R., & Singh, A. (2014). Geospatial Approach for Cropping

System Analysis, A Case Study of Bhiwani District, Haryana. *International Journal of Science & Engineering and Technology Research*, *3*, 424-429.

Soto-Garcia, M., Martínez-Alvarez, V., García-Bastida, P. A., Alcon, F., & Martin-Gorriz, B. (2013). Effect of water scarcity and modernisation on the performance of irrigation districts in south-eastern Spain. *Agricultural Water Management*, *124*, 11-19.

Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, *418*(6898), 671-677.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2013). World population prospects: The 2012 revision. New York: United Nations.

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the national academy of sciences*, *108*(50), 20260-20264.

Wang, Y., Chen, Y., & Peng, S. (2011). A GIS framework for changing cropping pattern under different climate conditions and irrigation availability scenarios. *Water resources management*, *25*(13), 3073-3090.

Zou, J., & Wu, Q. (2017). Spatial Analysis of Chinese Grain Production for Sustainable Land Management in Plain, Hill, and Mountain Counties. *Sustainability*, *9*(3), 348.

Zhang, C., Luo, L., Xu, W., & Ledwith, V. (2008). Use of local Moran's I and GIS to identify pollution hotspots of Pb in urban soils of Galway, Ireland. *Science of the total environment*, 398(1-3), 212-221.