

ارزیابی تناسب اراضی استان فارس برای کشت گندم دیم براساس عوامل اقلیمی، فیزیوگرافی و مدل تلفیقی TOPSIS-AHP در محیط GIS

Land Suitability Evaluation for Dryland Wheat Production in Fars Province based on Climatic and Physiographic Factors and Integrated TOPSIS-AHP Model in GIS Environment

فرزانه امیری کیا^{۱*}، صادق ناجی دومیرانی^۲

۱. فارغ التحصل ارشد زراعت از دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، (نگارنده مسئول)
۲. فارغ التحصل ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی از دانشگاه خوارزمی تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۲۲

چکیده

امیری کیا، ف.، ناجی دومیرانی، ص. . ارزیابی تناسب اراضی استان فارس برای کشت گندم دیم براساس عوامل اقلیمی، فیزیوگرافی و مدل تلفیقی TOPSIS-AHP در محیط GIS
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۰ - شماره ۴ - پایبند ۱۱۷ زمستان ۹۶: ۷۴-۹۲

افزایش روزافزون جمعیت و نیاز به تامین مواد غذایی مورد نیاز آن ها از دغدغه های اصلی دولت ها می باشد. به دلیل اهمیت استراتژیک گندم، شناسایی مناطق مستعد مناسب کشت این گیاه زراعی با استفاده از داده های اقلیمی و فیزیوگرافی باعث افزایش عملکرد آن خواهد شد. این تحقیق با استفاده از داده های اقلیمی از قبیل دمای متوسط سالانه، دمای جوانه زنی و گلدهی و بارشهای سالانه، پاییزه، بهاره و داده های فیزیوگرافی شامل ارتفاع و شیب برای ارزیابی تناسب اراضی مستعد کشت گندم دیم در سطح استان فارس استفاده شده است. مطالعه و بررسی هر یک از این داده ها براساس نیازهای اقلیمی و فیزیوگرافی گندم دیم صورت گرفته است. با تعمیم داده ها به سطح، و پردازش آن ها با استفاده از فناوری GIS لایه های اطلاعاتی مربوط به هر یک از آنها تهیه و به منظور اولویت بندی و ارزیابی معیارها و لایه های اطلاعاتی در رابطه با هم، وزن دهی معیارها از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مبتنی بر روش TOPSIS استفاده گردید و همپوشانی و تحلیل فضایی لایه ها در محیط GIS صورت گرفت و در نهایت نواحی مستعد کشت گندم در استان فارس شناسایی شد. نتایج بدست آمده نشان داد که ۱۳/۶۳ درصد از مساحت استان در پهنه بسیار خوب قرار دارد که شامل مناطق غرب و شمال غرب استان (شهرستان های ممسنی، کازرون، سپیدان و بخش هایی از شهرستان های شیراز، اقلید، مرودشت و فیروزآباد) است و مستعدترین مناطق استان بوده و حدود ۲۸ درصد از مساحت استان در پهنه های خیلی ضعیف و ضعیف برای کشت گندم دیم قرار دارد که بیش تر در نواحی شرق و شمال شرق قرار دارد.

واژه های کلیدی: گندم دیم، فارس، GIS، TOPSIS، AHP

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: farzanehamirikia0922@gmail.com

نقش گندم به عنوان مهمترین محصول زراعی کشور و تغذیه مردم، شناسایی و معرفی مناطق مساعد کشت آن در هر منطقه علاوه بر بالا بردن راندمان تولید، بهبود شرایط اقتصادی مردم را نیز دربرخواهد داشت (Eini., 2013). مشخص نبودن مناطق مستعد و مناسب برای کشت غلات دیم از معضلات مهم بر سر راه کشت مطمئن این محصولات در کشور می باشد. با توجه به اهمیت راهبردی گندم، شناسایی مناطق مستعد برای کاشت این گیاه زراعی بر اساس ارزیابی داده های محیطی می تواند باعث تولید پایدار این محصول در مناطق مختلف گردد (Farajzadeh., 2002). اگر بتوان با توجه به نیازهای بوم شناختی مناطق مستعد کشت محصول را شناسایی نمود و در کنار آن به محدودیت ها و توانمندی های محیطی پی برد، عملاً می توان به عملکرد بیشتر و پایدار در واحد سطح با حفظ منابع محیطی دست یافت (Kamali et al., 2010). شناسایی و پهنه بندی آگروکلیماتیک اراضی به عنوان یکی از روش های برنامه ریزی کشاورزی در صورتی میسر خواهد بود که داده های اقلیمی و فیزیوگرافی در یک واحد مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند (Khorshid Doust., 2011). در عصر حاضر محدودیت منابع و افزایش روزافزون جمعیت و در نتیجه افزایش تقاضا برای محصولات غذایی، ایجاب می کند که از منابع محدود به نحو بهینه استفاده شود (Kamali et al., 2008). امروزه قابلیت ها و پتانسیل های سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در تحلیل زمانی و مکانی داده های زمینی بر هیچ کس پوشیده

عامل افزایش محصول در کشورهای توسعه یافته، شناخت امکانات بالقوه اقلیمی و نیازهای آب و هوایی گیاهان و استفاده از این موضوع در جهت افزایش کارایی می باشد. شناخت پارامترهای آب و هوایی و اثر آنها بر روی گیاهان یکی از مهمترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد و به تبع، بالا بردن تولید می باشد و این موضوع به ویژه در شرایط دیم از اهمیت ویژه ای برخوردار است. برای موفقیت در زراعت دیم، آگاهی از دو عامل تأثیرگذار در کشت دیم شامل ویژگی های دمایی و بارش در مناطق مختلف بسیار حائز اهمیت است (Kamali et al., 2010). گندم یکی از محصولات راهبردی کشاورزی است که در سطح بین المللی یکی از مهم ترین منابع غذایی و کسب درآمد محسوب می شود (Shuanghe et al., 2009). در بین تمامی گیاهان زراعی گندم بیشترین سطح زیر کشت را در جهان به خود اختصاص داده است. تقریباً یک ششم از کل زمین های زراعی جهان زیر کشت گندم است. در ایران نیز گندم مهم ترین گیاه زراعی به شمار می رود که سطح زیر کشت آن بالغ بر نیمی از اراضی زیر کشت گیاهان زراعی است. در ایران بخش عمده گندم به صورت دیم کشت می شود اما سهم زراعت آبی از کل تولید گندم، علیرغم کمتر بودن سطح زیر کشت، بیشتر از زراعت دیم است (FAO., 2012). با افزایش روزافزون جمعیت و نیاز به مواد غذایی، گندم به عنوان محصولی با بیشترین سطح زیر کشت و تولید سالیانه در مقیاس جهانی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. با توجه به اهمیت و

داده های فوق را تلفیق نموده و در نهایت نقشه مناطق مستعد کشت را تهیه کردند (Khan *et al.*, 2010). گزارش شده که GIS یک ابزار قدرتمند برای تجزیه تحلیل داده های فضایی است. و با کمک این فن آوری، نقشه تناسب اراضی در منطقه ملتا در الجزایر را برای گندم دوروم تهیه کردند (Abdelkader and Amin 2012). بررسی پارامترهای اقلیمی مؤثر در کشت گندم در استان آذربایجان شرقی با استفاده از داده های بارش تاریخ شروع کشت، مراحل مختلف کشت گندم دیم، دما در دوره ی جوانه زنی و تنش های دمایی نشان داد که بیشتر مناطق این استان از نظر اقلیمی مناسب کشت گندم دیم می باشد (Kamali *et al.*, 2008). پژوهشگران در مقاله ای با عنوان پهنه بندی پتانسیل های توپوکلیمایی کشت گندم دیم در استان کرمانشاه به این نتیجه رسیدند که هرچه از غرب استان (قصر شیرین و سرپل ذهاب) به سمت شرق (سنقر و صحنه) حرکت کنیم مناطق برای کشت گندم از مساعد به سمت عالی پیش می رود. نتایج نشان داده شده برای پراکندگی بارش و عملکرد گندم دیم که از سمت غرب به شرق ضعیف می شود بیانگر صحت انتخاب مناطق مستعد کشت گندم دیم می باشد (Eini *et al.*, 2013). گروهی از پژوهشگران به پهنه بندی قابلیت کشت گندم دیم در سطح استان آذربایجان شرقی با استفاده از تحلیل های مکانی GIS اقدام کردند که نتایج به دست آمده نشان داد مولفه های اقلیمی بارش و دما از شاخص های مؤثر بر فرآیند کشت گندم دیم محسوب می شود (Feyzi Zadeh *et al.*, 2012).

نیست. استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه تناسب اراضی برای یک محصول خاص، الگو توزیع مناسب بودن آن محصول را برای هر واحد نقشه در واحدهای اراضی نشان می دهد. سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور را می توان به تنهایی و جدا از یکدیگر در این نوع مطالعات بکار برد. البته استفاده توأم از آن ها راندمان مطالعه را دوچندان می نماید (Sarmadian *et al.*, 2003).

مطالعه پیشینه تحقیق نشان می دهد که در دهه های اخیر تحقیقات متعددی در مورد استفاده از قابلیت های GIS در تعیین مناطق مستعد کشت محصولات کشاورزی انجام شده است که به چند مورد از آن ها در خارج و داخل ایران اشاره می شود:

بررسی جامعی در استان هنان جهت کشت توتون بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام شد که طی آن از ۱۷ شاخص مرتبط با اقلیم، خاک و شکل زمین استفاده کردند. وزن این شاخص ها از پرسشنامه های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بدست آمد. نتایج نشان می دهد که ۲۲/۵۲ درصد از اراضی این استان واقع در قسمت های غرب و جنوب دارای تناسب مطلوب برای کشت توتون است (Chen *et al.*, 2010). اراضی قابل کشت محصولاتی همچون گندم، جو و آفتابگردان در اسپانیا ارزیابی گشته و عوامل محیطی و توپوگرافی خاک شامل ارتفاع، شیب، نوع بافت خاک، دما، بارندگی، طول روز و تأثیر هر کدام از آنها را بر روی این گیاهان بررسی کرده و سپس با وزن دهی هر کدام از لایه ها در محیط GIS

استفاده از مدل تاپسیس و AHP در علم مکان یابی، مستعدترین مناطق استان فارس برای کشت گندم دیم شناسایی و معرفی کردند.

مواد و روش ها

فرآیند پهنه بندی شامل مراحل شناخت دقیق از محدوده مطالعاتی، گردآوری و آماده سازی داده ها، تعیین عوامل تأثیرگذار، تهیه نقشه عوامل تأثیرگذار، تلفیق نقشه ها و تهیه نقشه های خروجی می باشد. نمودار جریان مراحل کار در شکل (۲) نشان داده شده است.

در این مطالعه ابتدا نیاز اکولوژیک گندم دیم با استفاده از منابع موجود مشخص گردید. و با توجه به اینکه آب مورد نیاز محصول در شرایط دیم کاری تنها از طریق نزولات جوی تامین می گردد، بنابراین تاریخ کاشت و شروع فعالیت بیولوژیک آن، به تاریخ آغاز با رشد سطح نواحی دیم خیز بستگی دارد. تاریخ کاشت گندم در ایران با شرایط متفاوت جوی کاملاً متفاوت است. بهترین تاریخ کشت گندم های پاییزه دیم زمانی است که احتمال شروع بارندگی می رود و زمان کاهش دمای هوا فرا رسیده باشد (Behnia, 1997). سپس با توجه به نیاز اکولوژیک گندم دیم، داده های مورد نیاز هواشناسی از ایستگاه های مدنظر تهیه گردید. برای تهیه نقشه های دما و بارندگی محدوده مورد مطالعه، از داده های اقلیمی ۱۱ ساله (۲۰۰۴-۲۰۱۴) مستقر در ایستگاه های استان فارس و ایستگاههای مجاور استان (در مجموع ۲۸) در مقیاس ۳۰ متر در محیط Arc GIS 10.3 تهیه شد. برای ایجاد هماهنگی در تلفیق داده ها و ایجاد نقاط کمکی برای پیدا کردن مناطق

تاریخ کشت مناسب گندم در مناطق دیم کاری استان خراسان رضوی صورت گرفت و با توجه به فرآهم بودن دمای مناسب جوانه زنی گندم پاییزه در خراسان رضوی، مناطق مستعد تنها با تأکید بر عنصر بارش و در نظر گرفتن آستانه ۳۰۰ میلی متر را شناسایی و پهنه بندی نمودند. نتایج مطالعه نشان داد که شهرستان های قوچان و نیشابور مستعدترین مناطق استان بوده و سایر شهرستان ها به جز گناباد و سرخس جزء مناطق نیمه مستعد جهت کشت گندم دیم محسوب می شوند (Mousavi Bayegi et al., 2014). نتایج حاصل از انجام تحقیق که به تعیین مناطق مستعد کشت گندم دیم انجام گرفت به این صورت بود که مناطق بسیار مناسب جهت کشت گندم دیم در استان فارس، بیشتر در محدوده جنوب غربی و غرب استان قرار دارد (Fallah Ghaheri et al., 2015). در مقاله ای به پهنه بندی آگرواکولوژیکی بخشی از اراضی قزوین برای کشت گندم با استفاده از GIS و RS پرداخته شد و به این نتیجه رسیدند که با استفاده از اعمال مدیریت صحیح از قبیل زهکشی، آبخوبی اراضی و ... می توان عملکرد محصول را افزایش داد (Sarmadian Ta'ati, 2015).

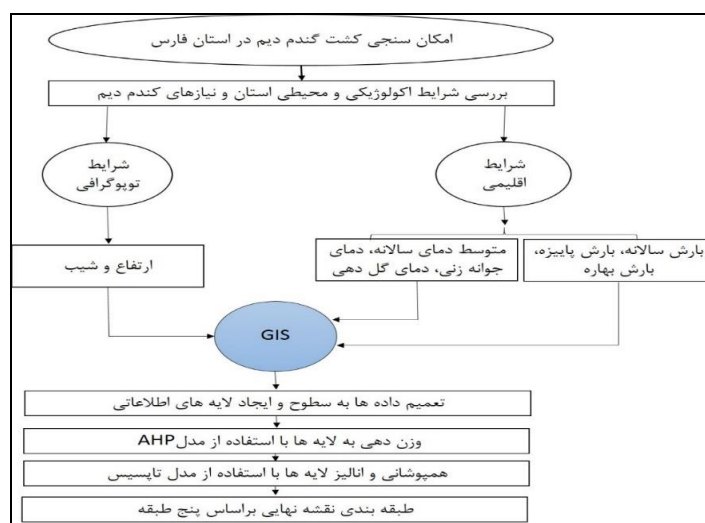
مطالعه ی پارامترهای اقلیمی در ارتباط با نیازهای هر محصول این امکان را فراهم می کند تا ارزیابی صحیحی از وضعیت کشاورزی منطقه مورد مطالعه داشته باشیم و مستعدترین مناطق و مناسب ترین محصولات کشاورزی براساس این پارامترهای جوی و فیزیوگرافی مشخص شوند. در این مطالعه سعی بر آن داشته ایم با استفاده از نرم افزار GIS و تحلیل های حاصل از آن و با

یک (۱) به حداکثر عضویت و کمترین ارزش یعنی صفر به حداقل عضویت در مجموعه تعلق می گیرد. برای وزن دهی معیارها نیز از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP استفاده گردید و در نهایت در تحلیل و مدل سازی نهایی از روش ارزیابی چند معیاره تاپسیس (Topsis) استفاده شد.

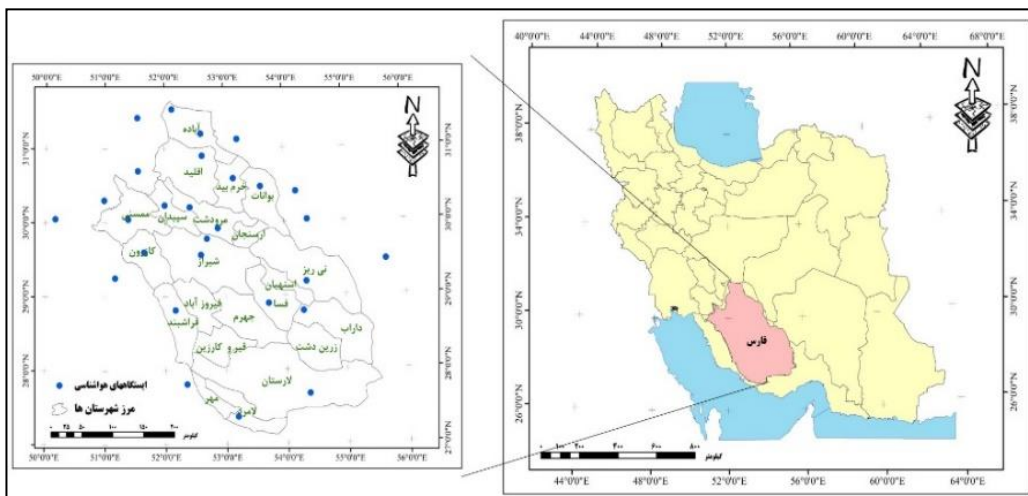
منطقه مورد مطالعه

استان فارس یکی از استان های ایران است که در بخش جنوب و جنوب غربی کشور بین طول های جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۸ دقیقه و عرض های جغرافیایی بین ۲۷ درجه و ۲ دقیقه و ۳۱ درجه و ۴۲ دقیقه واقع شده است. این استان با مساحتی در حدود ۱۲۲۶۰۸ کیلومتر مربع، پنجمین استان بزرگ کشور (۱/۸٪ مساحت کشور)، و مرکز آن شهرستان شیراز است. آب و هوای استان فارس در نقاط مختلف این استان به سه گونه کوهستانی، معتدل و گرم تقسیم می شود. شکل (۲) موقعیت منطقه

هم باران و هم دما از آمار و اطلاعات بعضی از ایستگاه های خارج از حوزه که نزدیک منطقه مورد مطالعه بودند و کشت این محصول در این مناطق متداول است استفاده گردیده است. لایه های هواشناسی شامل دمای متوسط و بارندگی سالانه، پاییزه و بهاره با روش درون یابی فاصله معکوس وزن دار (IDW) در محیط Arc GIS 10.3 در فرمت رستری با اندازه پیکسل ۳۰ متر به دست آمد. و برای تجزیه و تحلیل فضایی و تهیه نقشه های لایه شیب، جهت شیب و ارتفاع از DEM سی متری منطقه به کمک نرم افزار Arc GIS 10.3 انجام شد. پس از تهیه نقشه ها در فرمت رستری، نقشه های اولیه در کلاس های مشخص طبقه بندی شد و سپس به منظور تعیین ارزش ها (مقادیر) و یکسان سازی مقیاس ها در لایه های رقومی اطلاعات نقشه ای از روش های مبتنی بر منطق فازی استفاده شد. در روش استاندارد سازی فازی، معمولاً از توابع مختلفی استفاده می شود، که بیشترین ارزش یعنی مقدار



شکل (۱): فرآیند پژوهش جهت تناسب زمین برای کشت گندم بر اساس عوامل اقلیمی و فیزیوگرافی و مدل TOPSIS-AHP
Figure 1. The research process for assessing land suitability for wheat cultivation based on climatic and physiographic factors and the TOPSIS-AHP model



شکل (۲): نقشه منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های هواشناسی

Figure 2. The map of the study area and meteorological stations

و گزینه‌ها و نیز ارتباط آن‌ها در همین ساختار نشان داده می‌شود. مراحل بعد در این فرآیند شامل محاسبه وزن معیارها و زیرمعیارها، محاسبه ضریب اهمیت گزینه‌ها و بررسی سازگاری منطقی قضاوت‌هاست (Saaty, 1980; Saaty, 1996). در روش تحلیل سلسله مراتبی در مرحله اول فرم پرسشنامه معیارها توسط افراد متخصص پر شده و سپس فرد تصمیم‌گیرنده باید برای هر جفت از معیارهای دخیل در تصمیم‌گیری یک مقایسه انجام دهد که این قیاس در مرحله اول به شکل توصیفی و در مرحله بعد به شکل کمی در یک مقیاس از یک تا نه مطابق با جدول (۱) انجام می‌شود و در نهایت از این قیاس جفتی، ماتریسی به دست می‌آید (Saaty, 1980). در ماتریس مقایسه جفتی، عدد ۹ نشان‌دهنده اهمیت فوق‌العاده زیاد یک معیار نسبت به دیگری است و ارزش عددی ۱ نیز نشان‌دهنده اهمیت‌های برابر می‌باشد (Kunz., 2010). به واسطه مقایسه زوجی در روش AHP از طریق قضاوت‌هایی که به صورت شفاهی،

مورد مطالعه و ایستگاه‌های هواشناسی مورد بررسی در این مطالعه را نشان می‌دهد.

مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری برای زمانی است که تصمیم‌گیرنده دارای معیارهای چندگانه باشد (Taylor, 2004). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اولین بار توسط توماس ال ساعتی ریاضی‌دان مشهور امریکایی در سال ۱۹۷۰ مطرح شد که درصدد برآمد تا راهکار تصمیم‌گیری در مورد مسائل پیچیده که عوامل متعددی در آن دخیل بودند، ارائه دهد و نتیجه تحقیقات وی به نام روش AHP شهرت یافت. روش AHP دارای یک اساس و تئوری ساده می‌باشد و بر مبنای سه اصل استوار است:

۱- تجزیه ۲- مقایسه دودویی یا جفتی ۳- ترکیب کردن متوالی ارزش‌ها و اولویت بندی (Saaty, 1980; Saaty, 1990; Saaty, 1996).

نخستین گام در این فرآیند، ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی می‌باشد؛ اهداف، معیارها

نرم افزار میزان نرخ ناسازگاری آن ها برای تعیین درستی ماتریس های مقایسه زوجی، محاسبه می گیرد. چنانچه نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ باشد نشان دهنده سطح مطلوبی از سازگاری در مقایسات زوجی است و در غیر این صورت این نرخ نشان دهنده قضاوت ناسازگاری می باشد (Saaty, 1980; Bertolini & Braglia, 2006; Ghodsypour, 2010).

روش تصمیم گیری تاپسیس (Topsis)

مدل های متنوعی توسط Hwang پیشنهاد شده است که از جمله می توان به روش TOPSIS اشاره کرد. روش TOPSIS یک روش تصمیم سازی بسیار تکنیکی و قوی برای اولویت بندی گزینه ها از طریق شبیه نمودن به جواب ایده آل است. در این روش، گزینه انتخاب شده بایستی کوتاه ترین فاصله را از جواب ایده آل و دورترین فاصله را از ناکارآمدترین جواب داشته باشد (Hwang, 1981). به عبارت دیگر در این روش میزان فاصله یک عامل با عامل ایده ال (مثبت) و ایده ال منفی سنجیده

عددی یا حتی گرافیکی انجام می گیرد، وزن ها یا اولویت ها برای معیارهای دخیل در تصمیم گیری استخراج می گردد که به شکل اعداد نسبی می باشند (Kheirkhah Zarkesh., 2005). هر کدام از معیارهای اصلی توسط کارشناسان مربوطه بصورت شفاهی مورد مقایسه قرار می گیرد و وزن هر کدام محاسبه می شود. پس از استخراج تمامی معیارهای مورد نیاز و تهیه فرم های نظرخواهی متخصصان (فرم پرسشنامه)، نظرات کارشناسی مورد ارزیابی قرار می گیرد تا نرخ ناسازگاری آن به دست آید. کنترل نرخ ناسازگاری قضاوت های تصمیم گیرندگان بر اساس روابط ریاضی و با استفاده از نرم افزار Expert Choice می تواند صورت گیرد. این نرم افزار قادر است وزن نسبی معیارها و زیر معیارهای در نظر گرفته شده را نسبت به یکدیگر و سطوح بالاتر با بکارگیری روش بردار ویژه تعیین کند. در نهایت وزن نهایی گزینه ها محاسبه و بر اساس معیارهای تعیین شده اولویت بندی می شود. پس از وارد کردن معیارها در

جدول (۱): تعیین ارزش معیارها نسبت به یکدیگر توسط نظرات کارشناسی

Table 1. Determination of the value of criteria relative to each other by expert opinions

ارزش عددی Numerical value	ترجیحات Preferences
9	کاملاً ارجح یا کاملاً مهم تر یا کاملاً مطلوب تر Absolutely preferable or absolutely more important or absolutely desirable
7	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی Preference or importance or a very strong desirability
5	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی Preference or importance or a strong desirability
3	کمی ارجح یا کمی مهم تر یا کمی مطلوب تر A little bit preferred or slightly more important or somewhat more desirable
1	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان Preference or importance or equal in desirability
2 و 4 و 6 و 8	ترجیحات بین فواصل فوق Preferences between the above intervals

گام دوم: تبدیل ماتریس تصمیم گیری موجود، به یک ماتریس «بی مقیاس شده».

در این گام مقیاس های موجود در ماتریس تصمیم را بدون مقیاس می کنیم. برای این کار از بی مقیاس سازی خطی استفاده می کنیم.

اگر تمام شاخص ها دارای جنبه مثبت باشند از معادله (۱) استفاده می شود.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max a_{ij}} \quad \text{معادله (۱)}$$

اگر تمام شاخص ها دارای جنبه منفی باشند از معادله (۲) استفاده می شود.

$$n_{ij} = 1 - \frac{a_{ij}}{\max a_{ij}} \quad \text{معادله (۲)}$$

در صورتی که ماتریس مورد استفاده ترکیبی از هر دو جنبه باشد، برای جنبه های مثبت از معادله (۱) و برای جنبه های منفی از معادله (۲) استفاده می شود.

گام سوم: ایجاد ماتریس «بی مقیاس» وزین با مفروض بودن بردار w (به عنوان ورودی الگوریتم).

عناصر ماتریس نرمالیزه شده وزن دار با استفاده از معادله (۳) بدست می آید.

معادله (۳)

$$V_{ij} = r_{ij} \cdot w_j$$

گام چهارم: مشخص نمودن ایده آل مثبت و ایده آل منفی

$$A^+ = [v_1^+, \dots, v_j^+, \dots] \quad \text{معادله (۴)}$$

$$v_j^+ = \max \{v_{ij}\}, \quad v_j^- = \min \{v_{ij}\}$$

گام پنجم: محاسبه ی اندازه ی فاصله از ایده آل مثبت و منفی. برای به دست آوردن فاصله هر گزینه از ایده آل های مثبت و منفی، دو روش

می شود و این خود معیار درجه بندی و اولویت بندی عوامل است، بهترین گزینه یا عامل باید به ایده آل مثبت و دورترین عامل نسبت به ایده آل منفی باشد (Wang et al., 2006). به طور خلاصه ایده آل مثبت از بهترین ارزش ها و ایده آل منفی از بدترین ارزش ها تشکیل شده است (Wang, 2007). در این تکنیک نیازمند استفاده از داده های کمی هستیم و برای شاخص های کیفی نیز باید با استفاده از مقیاس های مناسب آن را به مقادیر کمی تبدیل نماییم. همچنین از آنجا که تمامی معیارها دارای اهمیت برابری نیستند، تکنیک تاپسیس مجموعه ای از وزن ها را از تصمیم گیرنده دریافت می نماید (Hwang, 1981).

الگوریتم روش TOPSIS : (Asgharpour, 2004)

اساس این روش، انتخاب گزینه ای است که کمترین فاصله را از جواب ایده آل مثبت و بیشترین فاصله را از جواب ایده آل منفی دارد. در این روش شاخصی تحت عنوان «نزدیکی نسبی گزینه i ام به راه حل ایده آل معرفی می گردد و گزینه ای که دارای بیشترین $+c_i$ است انتخاب می گردد (Ates et al., 2006). و یا گزینه ای که دارای کمترین $-c_i$ است، انتخاب می شود. مراحل کلی این روش به شرح ذیل می باشد:

گام اول: تشکیل ماتریس داده ها

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

حداقل درجه حرارت خاک برای جوانه زدن ۶ درجه سانتیگراد است (Ehteramiyan *et al.*, 2009).

دمای بذر گندم در محدوده دمای ۴ تا ۳۷ درجه سلسیوس، قدرت جوانه زدن را دارد و دمای مطلوب برای این مرحله بین ۲۲ تا ۲۵ درجه سلسیوس می باشد (Shabestari, 1990)، و دماهای زیر صفر باعث ایجاد عامل محدودیت در رشد گیاه می شود. در این تحقیق درجه حرارت مناسب برای جوانه زنی (کاشت تا سبز شدن)، ۸ تا ۱۴ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد با این شرط که درجه حرارت روزانه به صفر نرسد.

از مراحل حساس دوره رشد گندم، دوره گل دهی و پرشدن دانه می باشد که در این مرحله بر اساس شرایط اقلیمی منطقه، ۹ درجه سلسیوس به عنوان آستانه وقوع تنش سرمایی و دمای ۳۰-۲۵ درجه سلسیوس به عنوان آستان وقوع تنش گرمایی مد نظر قرار گرفت. که با توجه به این شرایط معیار دما در استان فارس از نظر میزان متوسط دمای متوسط سالانه، دمای مرحله جوانه زنی و مرحله گلدهی به پنج طبقه تقسیم شده است (شکل ۳).

وجود دارد: روش اقلیدسی و روش بلوکی. در این جا معادله مربوط به روش اقلیدسی بیان می گردد:

معادله (۶)

$$s_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

معادله (۷)

$$s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

گام ششم: محاسبه نزدیکی نسبی گزینه ها به راه حل ایده آل

این شاخص را جهت ترکیب کردن مقادیر Si^- و Si^+ و در نتیجه مقایسه ی گزینه ها نسبت به هم تعریف می کنیم که با معادله (۸) قابل محاسبه است:

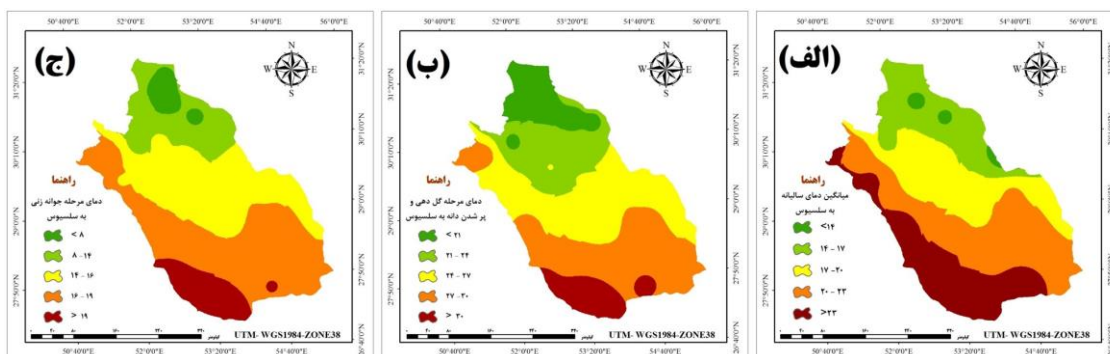
$$C_i^+ = \frac{s_i^-}{s_i^- - s_i^+} \quad \text{معادله (۸)}$$

گام هشتم: رتبه بندی گزینه ها بر اساس نزدیکی نسبی آنها به راه حل های ایده آل (براساس C_i).

بحث و نتایج

دما

دما در مراحل ابتدایی رشد گیاه، به ویژه در دوره کاشت تا سبز شدن، اثر قابل توجهی بر گیاهان دارد. خواجه پور، دمای مناسب جوانه زنی گندم را ۱۵ درجه سلسیوس بیان نموده است (Khajehpour, 1986). و اینکه گندم جهت جوانه زدن در عمق ۵ سانتی متری، حداقل به ۵ میلیمتر باران نیاز دارد. همچنین مناسب ترین دما جوانه زنی ۸ تا ۱۴ درجه سانتیگراد می باشد.



شکل (۳): (الف): دمای میانگین سالانه (ب): دمای مرحله گل دهی و پر شدن دانه (ج): دمای مرحله جوانه زنی

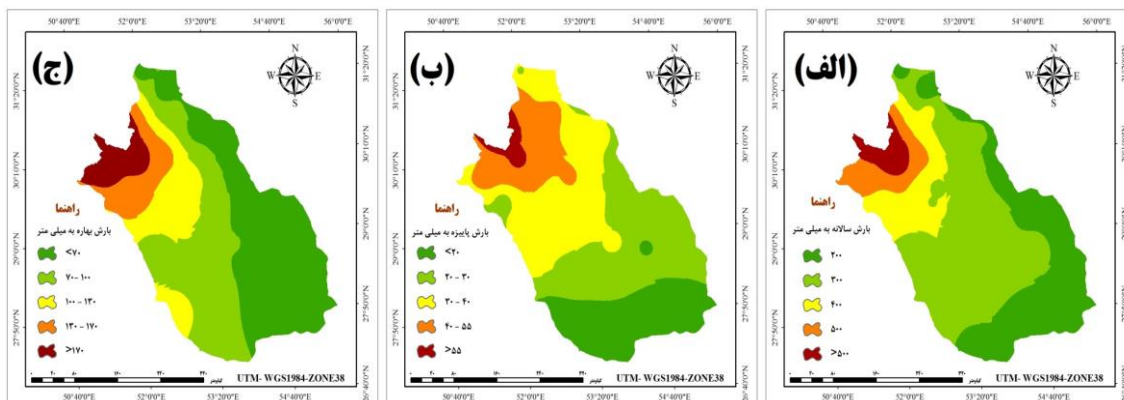
Figure 3. (A) Average annual temperature, (B) Temperature at flowering and grain filling stages, (C) Germination stage temperature

بارش

از آنجایی که اغلب، گندم در مناطق خشک کشت می شود، تامین آب مساله اساسی است. بارش سالانه مهم ترین متغیر اقلیمی در کشت گندم دیم محسوب می شود (Rastegar, 2002). از نظر میزان رطوبت، گندم در زراعت دیم حداقل به ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی متر باران در طول دوره رشد احتیاج دارد (Behnia, 1997). و همین طور تحقیقات نشان داده که در مناطقی که میزان باران سالانه آن ۳۵۰-۳۰۰ میلی متر است، تولید محصول بستگی زیادی به ظهور گیاهچه دارد ولی در هر حال حساس ترین مرحله رشد برای تامین رطوبت مرحله گلدهی و پر شدن دانه است (Perrier & Salkini, 1991). بدین منظور مقادیر بارش سالانه هر یک از ایستگاه های مورد مطالعه در محیط GIS تحلیل و سپس بر اساس نیاز رویشی گندم دیم ارزش گذاری و طبقه بندی شد (شکل ۴-الف). در زراعت دیم علاوه بر مجموعه بارندگی سالانه، نحوه توزیع آن در طول مراحل رشد بر عملکرد تاثیر بسزایی دارد (Gupta, 2007). بنابراین برای رسیدن

به اهداف پژوهش مجموع بارش فصل پاییز (مرحله جوانه زنی) و مجموع بارش فصل بهار (گلدهی و دانه دهی)، مورد مطالعه قرار گرفته است.

در شرایط مطلوب گندم زمستانه تا اواخر پاییز) قبل از شروع یخبندان (باید ۳ تا ۴ پنجه زده باشد تا بتواند سرماهای زیر صفر زمستان را به خوبی سپری کند (Zarrin, 2000). این بدان معناست که مراحل جوانه زنی و پنجه زنی گندم باید در فصل پاییز صورت گیرد. سازمان هواشناسی مقدار بارش مناسب پاییزه (جوانه زنی و پنجه زنی) را ۴۰ تا ۶۰ میلی متر پیشنهاد کرده است و همین طور براساس مطالعات انجام یافته، مناسب ترین بارش پاییزه ۴۵ تا ۹۵ میلی متر تعیین گردیده است (Givi, 1997). بر این اساس استان فارس از نظر میزان بارش پاییزه به پنج طبقه تقسیم شد (شکل ۴-ب). و همین طور براساس مطالعات انجام یافته توسط گیوی، بارش مناسب بهار (مجموع بارش مرحله گلدهی و دانه دهی)، ۱۱۵ الی ۱۷۰ میلی متر پیشنهاد شده است (Givi, 1997). بازگیر، بدون اشاره به



شکل (۴): (الف): بارش سالیانه (ب): بارش پاییزه (ج): بارش بهاره
Figure 4. (A) Annual precipitation (B) Autumn precipitation (C) Spring precipitation

های با قابلیت کشت گندم دیم در نظر گرفتند (Farajzadeh & Takloubihsh, 2002). در این تحقیق، ارتفاع به ۵ طبقه تقسیم شده است و طبقه ۰ تا ۹۰۰ متر برای کشت گندم دیم بسیار مناسب تشخیص داده شده است (شکل ۵-الف).

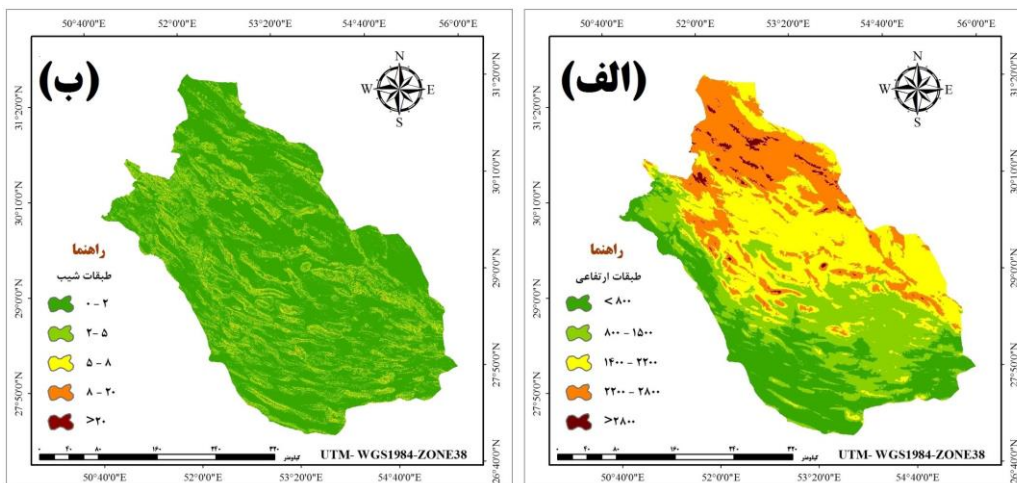
شیب

یکی از مهم ترین عوامل فیزیکی که تاثیر زیادی بر نوع کشت محصولات کشاورزی دارد، شیب زمین است. شیب های کمتر برای محصول دیم مناسب تر است، زیرا زمین های مسطح در مقایسه با زمین های شیب دار، آب را به مدت طولانی تری روی زمین باقی می گذارد که این فرصت نفوذ بیشتری به آب می دهد. لذا مقدار رواناب کاهش یافته و مقدار نفوذ افزایش می یابد. در نتیجه باران موثر بیشتر می شود که این افزایش باعث فزونی ذخیره رطوبتی خاک می گردد ولی شیب زیاد تاثیر منفی در رشد تکاملی گیاه دارد، زیرا با شروع بارندگی نه تنها آب کمی در زمین نفوذ می کند، بلکه آب های جاری مواد غذایی زمین را شسته و از منطقه خارج می کند. دامنه تغییرات حرارتی

مقدار بارش ۳۷ تا ۴۰ درصد نسبت بارش بهاره به بارش سالیانه را به عنوان بارش مناسب بهاره تعیین کرده است (Bazgir, 1999). بر این اساس منطقه از نظر میزان بارش بهاره به پنج طبقه ی تقسیم شده است (شکل ۴-ج)

ارتفاع

شکل زمین و ارتفاع آن در عملکرد محصول موثر است. طبق قاعده کلی با افزایش ارتفاع، بارندگی نیز افزایش می یابد (Lotfi *et al.*, 2009). پژوهشگران در مطالعه ای با عنوان «نقش بارش و ارتفاع» به تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در اردبیل مبادرت ورزیده و به این نتیجه رسیدند که سطوح ارتفاعی ۰ تا ۱۰۰۰ متر برای کشت گندم دیم بسیار مناسب و سطوح ارتفاعی بیشتر از ۲۵۰۰ هم برای این امر نامناسب است (Rasouli *et al.*, 2005). همچنین در تحقیقی تحت عنوان «ناحیه بندی آگروکلیماتیکی استان همدان»، ارتفاعات کمتر از ۱۷۰۰ متر که محدوده دشت ها را شامل می شود به عنوان بهترین محدوده



شکل (۵): (الف): طبقات ارتفاعی (ب): طبقات شیب

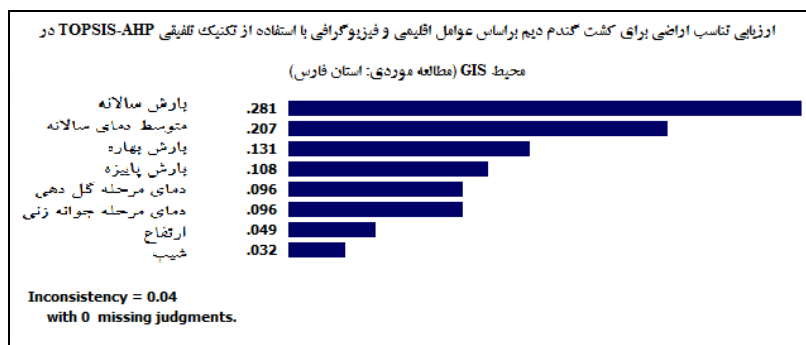
Figure 5. (A) Altitude classes (B) Slope classes

باشد (شکل ۵-ب)

وزن دهی و همپوشانی لایه های اطلاعاتی

در این مرحله با توجه به نظر متخصصین در خصوص شرایط و نیازمندیهای گیاه گندم دیم به تخصیص وزن پرداخته شده است. با توجه به اینکه گیاه گندم، در بین عناصر اقلیمی و فیزیوگرافی، نسبت به بارش و دما بیشترین واکنش را نشان می دهد که نظر کارشناسان مربوطه نیز این امر را تأیید می کند بیشترین وزن به عامل بارش و دما اختصاص داده شده است. در شکل (۶) تمامی پارامترها در مدل وزن دهی AHP را نشان می دهد. به طور کلی می توان

در شیب کم، کمتر از شیب زیاد بوده و این نیز یک عامل مثبت برای رشد گیاه محسوب می شود (Lotfi *et al.*, 2009). معمولاً مقدار زیادی از اراضی دیم در دامنه کوهپایه ها با شیب ۲ تا ۸ درصد قرار دارند (Eini, 2013). در منطقه مورد مطالعه محدوده ۰ تا ۵ درصد به عنوان شیب خیلی مناسب و مناسب در نظر گرفته شده است. بنابراین برای تهیه لایه شیب از نقشه مدل رقومی ارتفاع استفاده شده و نقشه طبقات شیب های مختلف بر اساس قابلیت کشت گندم دیم بدست آمد. براساس نقشه بدست آمده بیش از ۸۰ درصد از مساحت استان دارای شیب بسیار مناسب و مناسب برای توسعه کشت گندم می



شکل (۶): مقادیر نهایی وزن های بدست آمده از مدل AHP

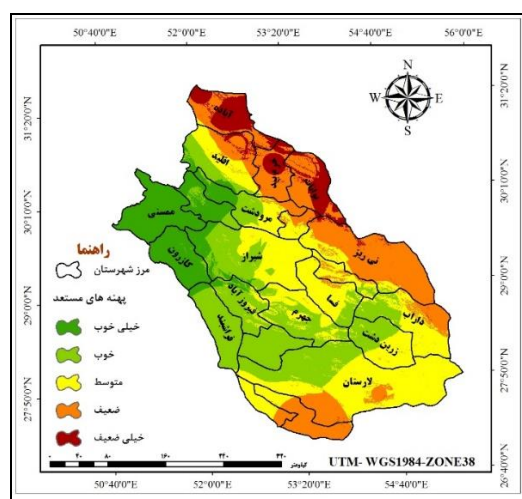
Figure 6. The final values of the weights obtained from the AHP model

شد (شکل ۷). در نقشه (شکل ۷)، بدست آمده شهرستانهای ممسنی، سپیدان و کازرون با توجه به اینکه در ارتفاع و شیب مناسب از لحاظ کشت گندم قرار دارد و میزان بارش و نزولات جوی در حد مناسب در طول مراحل رشد گندم بوده است، بیشتر مساحت طبقه مناسب در این شهرستانها است.

به طور کلی نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پرسشنامه های AHP نشان داد که در بین عوامل تأثیرگذار بر کشت گندم دیم در استان فارس معیار بارش سالانه و دمای متوسط سالانه به ترتیب با وزن های ۰,۳۲۵ و ۰,۲۱۲ بالاترین اهمیت و عوامل فیزیوگرافی از جمله شیب با ارزش وزنی ۰,۰۳۲ دارای کمترین اهمیت از نظر کارشناسان خبره زراعت در استان فارس است. سپس میزان مطلوبیت مناطق کشاورزی استان فارس جهت کشت گندم بر اساس مدل تاپسیس بدست آمد و نتایج آن در جدول (۲) آورده شده است.

گفت که وزن دهی لایه ها به صورتی انجام گرفته است که عاملی که بیشترین محدودیت را در کشت گندم دیم ایجاد می کند مهمترین لایه و به نسبت اهمیت و ایجاد محدودیت، لایه های انتخاب شده در مراحل بعدی قرار گرفته اند (شکل ۶).

در این تحقیق بعد از اینکه داده های اولیه شامل داده های هواشناسی، نقشه های فیزیوگرافی و غیره فراهم شدند، همه آنها به صورت رقومی در محیط GIS وارد شده و نقشه های موضوعی منطقه مورد مطالعه تولید شد و با توجه به ویژگیهای اقلیمی و فیزیوگرافی مؤثر در گسترش کشت گندم داده ها نرمال سازی شده و سپس بعد از اعمال وزن دهی با استفاده از مدل AHP به اجرای مدل تاپسیس (Topsis) با استفاده از نرم افزار ARC GIS 10.3 پرداخته شده است و ایده آل های منفی و مثبت و فاصله از ایده آل ها با استفاده از روابط داده شده بدست آمد و با استفاده از معادله (۸) نقشه نهایی پهنه های مستعد کشت گندم دیم شناسایی



شکل (۷): پهنه های مستعد کشت گندم دیم در استان فارس

Figure 7. Areas suitable to dryland wheat cultivation in Fars province

جدول (۲): توزیع وضعیت نهایی از نظر قابلیت کشت گندم دیم با مدل تلفیقی (TOPSIS-AHP)

Table 2. Distribution of the final status of wheat cultivation potential using the integrated TOPSIS-AHP model

مساحت به درصد Area by percentage	مساحت به هکتار Area (Ha)	قابلیت توصیفی Readability	ارزش وزنی Weighted value
6/27	769802/7	خیلی ضعیف Very weak	1
21/65	2655521/3	ضعیف Weak	2
31/34	3843000/7	متوسط Medium	3
27/08	3320494/1	خوب Good	4
13/63	1671932/0	خیلی خوب Very good	5

نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل داده ها و جمع بندی منابع در اصل شامل تقسیم بندی عوامل محیطی به پاره های قابل فهم و سپس ترکیب آنها به نحوی است که ارزیابی بتواند به توان یا محدودیت منابع سرزمین برای کاربری منابع پی برد.

شناخت عوامل آب و هوایی و اثر آنها بر گیاهان از مهمترین عوامل موثر در افزایش، عملکرد و به تبع آن بالا بردن سطح تولید است؛ این موضوع به ویژه در کشاورزی دیم از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این بررسی سعی شده است نقش مؤثر و کاربردی علم جغرافیا به لحاظ اقلیمی و اکولوژیکی در حل بخشی از مشکلات کشاورزی در امر تولید در ارتباط با زراعت گندم دیم نشان داده شود. هدف اصلی این مطالعه، تعیین نواحی مستعد کشت گندم دیم با شناخت از نیازهای اکولوژیکی و فیزیولوژیکی گندم دیم با استفاده از تکنیک تلفیقی TOPSIS-AHP در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی است.

برای انجام این پژوهش، ابتدا سوابق مطالعاتی موجود در ارتباط با شرایط اکولوژیکی و فیزیوگرافی مورد نیاز گندم دیم مورد بررسی قرار گرفت و با بکارگیری داده های بارشی (بارش سالانه، بارش پاییزی و بهاری)، دما (دماهای سالانه، دمای مرحله جوانه زنی و دمای مرحله گل دهی و پر شد دانه) و فیزیوگرافی (ارتفاع و شیب) در طول ۱۱ سال داده آماری از ایستگاههای سطح استان و ایستگاههای مجاور، با بهره گیری از تلفیق مدل TOPSIS-AHP در سیستم اطلاعات جغرافیایی تحلیل های مربوطه انجام گرفت. در این تحقیق پس از وزن دهی به معیارهای موثر در کشت گندم دیم براساس مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و انجام مدل سازی با استفاده از مدل (TOPSIS) و تجزیه و تحلیل فضایی به کمک GIS، در نهایت نقشه نهایی مناطق مستعد کشت گندم دیم در استان فارس شناسایی شد. در این نقشه سطح استان از نظر پتانسیل کشت گندم دیم به پنج گروه طبقه بندی شده است که گروه اول با مساحت

(2016; Bhagat *et al.*, 2009) مطابقت دارد. از نتایج دیگر این تحقیق، برجسته تر شدن قابلیت سامانه های اطلاعات جغرافیایی در ترکیب و تولید اطلاعات مکانی و توصیفی و تلفیق مدل های چندمعیاره است، که می تواند مدیران و تصمیم گیرندگان را برای دسترسی به اطلاعات یاری نموده و با توجه به نوع برنامه ریزی زراعی، مدل متناسب ساخته و ارائه کند. همچنین پیشنهاد می گردد که غیر از عناصر دما و بارش و فیزیوگرافی سایر عوامل از قبیل جهت جغرافیایی دامنه ها، تبخیر و تعرق، ساعات آفتابی، تعداد روزهای یخبندان و ... در فرآیند کشت گندم جهت دستیابی به نتایج دقیق تر در زمینه ی پتانسیل های آب و هوایی کشت این محصول استراتژیکی لحاظ شوند.

(۱۶۷۱۹۳۲ هکتار) که ۱۳/۶۳ درصد از مساحت کل استان را شامل می شود مناطق خیلی خوب برای کشت گندم دیم است که بیشتر مناطق غرب و شمال غرب استان فارس را شامل می شود. نتایج حاصله با توجه به نقشه نهایی مناطق با استعداد کشت گندم دیم مبین این واقعیت این است که مناطق غرب و شمال غرب استان (شهرستانهای ممسنی، کازرون، سپیدان و بخش هایی از شهرستان های شیراز، اقلید، مرودشت، فراشبند و فیروزآباد) از هر نظر برای رشد گیاه مناسب می باشد. بنابراین شناخت میزان مطلوبیت این مناطق و اولویت بندی آن ها از نظر کشت غلات دیم که محتاج نزولات جوی است در درجه اولویت قرار دارند. و حدود ۲۸ درصد از کل استان در پهنه های خیلی ضعیف و ضعیف قرار دارد که مشتمل بر مناطق شمال شرق و شرق است، به نمایندگی آباده، خرم بید، بوانات، نی ریز و محدوده هایی از اقلید و لارستان به ندرت منطقه ای از آنها را می توان یافت که از هر نظر برای رشد گیاه مناسب باشد و چندان مقرون به صرفه به نظر نمی رسد. بنابراین طبقه بندی و شناخت مناطق مستعد کشت جهت مطابقت با محیط به نحوی که بهترین و اصولی ترین بهره برداری را در فرآیند کشت دیم بتوان انجام داد، از طریق مطالعات جامع اکولوژیکی- فیزیوگرافی امکان پذیر است. یافته ها نیز نشان داد که در شناسایی پهنه های کاشت عنصر اقلیمی بارش و دما در درجه اول و دوم اهمیت قرار دارند. که نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج (Kamali *et al.*, 1389; Fallah Ghaleri *et al.*, 1394; Tavanpour & Asghar Ghaemi,

References

- Abdelkader, M. and Amina, D. 2012. Integration of multiCriteria decision analysis in GIS to develop land suitability for agriculture: Application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria. *Computers and Electronics in Agriculture*. Vol, 83. Pp: 117-126.
- Asgharpour, M. 2004. Multi-criteria Decision Making. Third Edition. Tehran University Press, Tehran.
- Ates, N. Y., Cevik, S., Kahraman, C., Gulbay, M., & Erdogan, S. A. 2006. Multi attribute performance evaluation using a hierarchical fuzzy TOPSIS method. In *Fuzzy Applications in Industrial Engineering* (pp. 537-572). Springer Berlin Heidelberg.
- Bazgir, S. 1999. A Study on the Climate Potential of the Dry Cultivation of Wheat (Case Study: Kurdistan Province), Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran. (In Persian with English Summary).
- Behnia, M. 1997. Cold Areas Grains. Second Edition. Tehran University Press, Tehran.
- Bertolini, M., Braglia, M. 2006. Application of the AHP methodology in making a proposal for a public work contract. *International Journal of Project Management.*, 24: 422-430.
- Bhagat RM, Singh S, Sood C, Rana RS, Kalia V, Pradhan S, Immerzeel W and Shestha B. 2009. Land Suitability Analysis for Cereal Production in Himachal Pradesh (India) using Geographical Information System. *Indian Society of Remote Sensing*, 37:233–240.
- Chen HS, Liu GS, Yang YF, Ye XF and Shi Z, 2010. Comprehensive evaluation of tobacco ecological suitability of Henan province based on GIS. *Agricultural Sciences in China*, 9:583-592.
- Ehteramian, K. Niya Gharaei, M. Motamedi, M.; Gharaei, Sh. Rafei. M. and Zabol Abbasi, F. 2009. Climatic zoning in north Khorasan for dryland wheat cultivation. *Journal of Geographical Sciences*. Vol, 14. P:45.
- Eini, H., Sadeghi, Soleyman., Hossein Zadeh., and Sayed Reza. 2013. The Zoning of Topoclimatic Potential of Dry Wheat Cultivation in Kermanshah Province, *Journal of Geography and Regional Development*. Vol. 10. No. 19. p. 21-45. (In Persian).
- Farajzadeh, M. 2002. Modelling wheat yield criteria agro in Wes Azerbaijan

- province. MA Thesis, Department of Agriculture. Tehran University.
- Farajzadeh, M and Takloubihsh, A. 2002. Agro-climatic zoning of Hamedan province using geographic information system with emphasis on dry wheat. “ *Geographic Research*. No. 41. (In Persian).
- Fallah Ghaleri, G. A., Asadi, M., Dadashi Roodbari, A. A. 2015. Determination of Susceptible Areas for Dry Wheat Cultivation (Case study: Fars Province), *Agricultural Meteorology Journal*, Third Year, No. 2. p. 68-73. (In Persian with English Summary).
- Feyzizadeh, B. Ebdali, H. Rezaei Banafshei, M. and Mohamadi, G. 2012. Zoning of the wheat crop in eas Azarbaijan province using GIS spatial Analysis. *Journal of research and Development*. No, 96. Pp:76-91 (In Persian with English Summary).
- Food and Agriculture Organization. 2002. Global agro-ecological assessment for agriculture in the 21st century. Land and water digital media series, 21. FAO, Rome.
- Ghodsypour, H., 2010. Discussions in Multi-criteria Decision Making, Amir Kabir University of Technology Publication (Tehran Polytechnic). p. 220.
- Gupta, U. S. 2007. Physiological aspects of dryland farming, translated by Gholam Hossein Sarmadnia and Avaz Khaki. Jahad Daneshgahi Press. University of Mashhad. 423 pages.
- Givi, J. 1997. Evaluation of Proper Land Quality for Agricultural Plants, Ministry of Agriculture, Agricultural Research, Training and Extension Organization. *Soil and Water Research Institute*. Technical Journal No. 1015. 100 pages. (In Persian).
- Hwang CL, Yoon K. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications; A State-Of- The-Art Survey. New York: Springer-Verlag; 1981.
- Kamali, Gh., Sedghianipour, A., and Sedaghat Kerdar, A. 2008. The Study of Climate Potential of Dry Wheat Cultivars in East Azarbaijan Province, *Journal of Soil and Water (Agricultural Sciences and Technology)*, Vol. 22, No. 2. p. 483-467. (In Persian).
- Kamali, Gh., Melani, P., and Behiar, M. 2010. Preparation of Dry Wheat Atlas of Zanjan Province Using Climatic and GIS Data. *Water and Soil Journal*. Vol. 24 No. 5. December - December 2010. P. 894-907. (In Persian).
- Khajehpour, M. 1986. Principles and Foundations of Agriculture. Jahad Daneshgahi

- Publication of Isfahan University of Technology. (In Persian with English Summary).
- Khan, M. R. Debie, C. A. Van Keulen, H. Smaling, E. and Real, R. 2010. Disaggregating and mapping crop satic using hypertemporal remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Vol,12. Pp 36-46.
- Kheirkhah Zarkesh, M., 2005: DSS for floodwater site selection in Iran, PhD Thesis, Wageningen University. 273 pp.
- Khorshid Doust, A., Hosseini, S., and Pour Mohammad, K. 2011. Determination of Suitable Locations for Rapeseed Cultivation in Kurdistan Province Using GIS Geographic Information System. *Journal of Water and Soil Knowledge*. Vol. 21. No. 3. p. 48-37. (In Persian).
- Kunz, J. 2010. The Analytic Hierarchy Process (AHP), Eagle City Hall Location Options Task Force: 1-25.
- Lotfi, M., Hajam, S., Arkhi. 2008. The zoning of favorable areas of dryland wheat cultivation, considering the climate factors and land factors, using land statistical methods (Case study: Tehran province). Master's Thesis. Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Faculty of Basic Sciences, Agricultural Meteorology Department. (In Persian with English Summary).
- Mousavi Bayegi, M., Ashraf, B., and Ramezanzadeh Hazhbar, F. 2014. Identification of susceptible areas and determining the proper date of cultivation of wheat in dryland areas of Khorasan Razavi province. *Applied Research, Agriculture*, No. 99. p. 131-140. (In Persian).
- Perrier, E. R., Salkini, A. B. 1991. Supplemental irrigation in Near East and North Africa. Kluwer Academic pub., Netherlands.
- Rastegar, M. 2002. General Agriculture. Berahmand Publications. Sixth Vol. p. 61.
- Rasouli, A., Ghasemi Gol'azani, K., and Sobhani, B. 2005. The Role of Rainfall and Elevation in Determination of Favorable Areas for Dry Cultivation of Wheat Using GIS (Case study: Ardebil province). *Geography and Development Magazine*. p. 200-183. (In Persian).
- Saaty T L, 1980. The Analytical Hierarchy Process, Planing, Priority, Resource Allocation, USA. RWS Publications, Pittsburgh.
- Saaty, T. L. 1990. Decision Making for Leaders. Pittsburgh: RWS publications.
- Saaty, T. L. 1996. The Analytic Network Process. Pittsburgh: RWS Publications.

- Sarmadian, F., Moravej, K., Mahmoodi, Sh., and Ebrahimi Khomami, S.M. 2003. An investigation of land suitability evaluation for irrigated crop, using remote sensing and geographical information system techniques in parts of Varamin plain. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. 34: 899-912. (In Persian with English Summary).
- Sarmadian, F., and Ta'ati, A. 2015. Agro-ecological Zoning of Part of Qazvin Lands for Wheat Cultivation Using GIS and RS. *Journal of Agricultural Ecology*, Vol. 7, No. 3. p. 380-368. (In Persian with English Summary).
- Shabestari, M. M., and Mojtahedi, M. 1990. Physiology of crops. First Edition. Shiraz University Publication Center.
- Shuanghe. S, ShenBin.Y, BingBai. L, BingXiang. T, Zeng Yuan. L, Toan Thuy. L, 2009. *A scheme for regional rice yield estimation using ENVISAT ASAR data*, Sci China Ser D-Earth Sci, 2009, 52(8): 1183-1194 doi: 10.1007/s11430-009-0094-z.
- Tavanpour, N AND Asghar Ghaemi, A. Zoning of Fars Province in Terms of Rain-fed Winter Wheat Cultivation Based on Precipitation and Morphological Factors. 2016. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*. Vol. 10. No. 4. Sept.-Oct. 2016, p. 544-555. (In Persian with English Summary).
- Taylor, B.W. (2004). Introduction to Management Science. Pearson Education Inc. New Jersey.
- Wang, Y. M., & Elhag, T. M. S. 2006. Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment. *Expert Systems with Applications*, 31, 309-319.
- Wang, Y. J. 2007. Applying FMCDM to evaluate financial performance of domestic airlines in Taiwan. *Expert Systems with Applications*, in press, doi:10.1016/j.eswa.2007.02.029.
- Zarrin, A. 2000. Modelling the Yield of dry wheat, Considering the Agricultural Climatology Parameters in West Azerbaijan Province. Master's thesis. Tarbiat Modares University. Natural Geography Department. (In Persian with English Summary).

Land Suitability Evaluation for Dryland Wheat Production in Fars Province based on Climatic and Physiographic Factors and Integrated TOPSIS-AHP Model in GIS Environment

F. Amirikia¹ and S. Naji Domirani²

1. MSc of Agronomy, Azarbaijan Shahid Madani University . (Corresponding author)
2. MSc of Remote Sensing and Geographic Information Systems, Kharazmi University of Tehran

Received: January 2018 Accepted: June 2018

Extended Abstract

Amirikia, F., Naji Domirani, S., Land Suitability Evaluation for Dryland Wheat Production in Fars Province based on Climatic and Physiographic Factors and Integrated TOPSIS-AHP Model in GIS Environment

Applied Research in Field Crops Vol 30, No. 4, 2017 13-15: 74-92(in Persian)

Introduction: In recent decades, one of the most important challenges to the safe cultivation of dryland cereal grains in Iran has been the lack of information on the suitable lands with a great potential to grow such crops. Considering the strategic importance of wheat, identification of suitable lands and areas for planting this crop based on environmental data assessment can result in the sustainable production of wheat in different regions (Farajzadeh, 2002).

Nowadays, the capabilities and potentials offered by the Geographic Information System (GIS) to analyze the temporal and spatial features of land data are widely acknowledged. Using GIS to generate a land suitability map for a particular crop can illustrate the suitability of the distribution model for that crop in each map unit for the land units in the area. Geographic information system and remote sensing can be used separately in this type of study. However, using them simultaneously can significantly increase the efficiency of the study (Sarmadian *et al.*(2003 ,. The investigation of climatic parameters in relation to the needs of each crop allows for an accurate assessment of the agricultural condition of the area under

study .Moreover ,it can aid in the identification of the most sustainable areas and the most suitable agricultural crops based on the atmospheric and physiographic parameters .In this study ,attempts were made to identify and introduce the most suitable areas for dryland wheat production in Fars province using GIS software and its analysis output as well as the TOPSIS-AHP model.

Materials and Methods

In this study ,first ,the ecological requirements of dryland wheat were determined based on the available resources .Then ,given the ecological needs of dryland wheat ,all the necessary meteorological data was collected from the stations. Meteorological layers including the average temperature and the annual ,autumn and spring precipitation interpolated by Inverse Distance Weighted) IDW (method –due to less error and more precision – in Arc GIS 10.3 environment in raster format with a pixel size of 30 meters .For the spatial analysis and preparation of the maps of slope layer ,slope direction and elevation ,the DEM of the region was executed ,using Arc GIS software .The hierarchical analysis process) AHP (was used for weighting the criteria .Ultimately ,the multi-criteria evaluation method of TOPSIS was used for the final analysis and modeling.

Results and Discussion

The results of the analysis of AHP questionnaires showed that among the factors influencing dryland wheat cultivation in Fars province ,the annual precipitation rate and the average annual temperature with a weight of 0.325 and ,0.212 respectively, were the most important factors ,and the physiographic factors such as slope ,with the weighing value of ,0.30 are of the least importance for the experienced experts of agriculture in Fars province .This is in line with the results of Bhagat *et al.*, (2009)who found that precipitation and temperature were ,respectively important climatic elements in identifying suitable land areas for dryland farming .Then ,the desirability rate of the agricultural areas of Fars province for wheat cultivation was determined based on the TOPSIS model .In this map ,the surface of province was categorized into five groups in terms of the potential for dryland wheat cultivation, and the first group ,which includes 13.63 percent of the total area of the province, was classified as a very good area for dryland wheat cultivation ,which mostly

consisted of the west and northwest regions of Fars province .The results obtained by the final map of the suitable areas for dryland wheat cultivation indicate that the western and northwest areas of the province are suitable for plant growth in every respect .Therefore ,recognizing the suitability of these areas and prioritizing them for dryland grain cultivation ,which is reliant on atmospheric precipitation ,is of paramount importance .On the other hand ,approximately 28 percent of the area of the province was found to be weak and very weak for growing dryland wheat, which includes the north-east and east regions ,among them ,Abadeh ,Khorrambid, Bavanat ,Neyriz ,and some parts of Eghlid and Larestan ,are the regions where it is virtually impossible to find a land area that is suitable and economically feasible for the dryland cultivation of wheat.

Keywords: Dryland wheat, Fars, GIS, TOPSIS, AHP

References

- Bhagat RM, Singh S, Sood C, Rana RS, Kalia V, Pradhan S, Immerzeel W and Shestha B. 2009. Land Suitability Analysis for Cereal Production in Himachal Pradesh (India) using Geographical Information System. *Indian Society of Remote Sensing*, 37:233–240.
- Farajzadeh, M. 2002. Modelling wheat yield criteria agro in Wes Azerbaijan province. MA Thesis, Department of Agriculture. Tehran University.
- Sarmadian, F., Moravej, K., Mahmoodi, Sh., and Ebrahimi Khomami, S.M. 2003. An investigation of land suitability evaluation for irrigated crop, using remote sensing and geographical information system techniques in parts of Varamin plain. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 34: 899-912. (In Persian with English Summary).