نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۸۳۳-۸۲۱

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 821-833

پهنه‌بندی اقلیمی پتانسیل کشت گندم (*Triticum aestivum* L.) استان گلستان

افروغ سادات بنی‌عقیل[۱]، علی راحمی کاریزکی[۲]*، عباس بیابانی[۳]، حسن فرامرزی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۳

بنی‌عقیل، ا.، راحمی کاریزکی، ع.، بیابانی، ع.، و فرامرزی، ح. ۱۳۹۶. پهنه‌بندی اقلیمی پتانسیل کشت گندم (*Triticum aestivum* L.) استان گلستان. بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۳): ۸۲۱-۸۳۳

چکیده

در کشاورزی، پیدا کردن مکان بهینه برای محصولات کشاورزی می‌تواند مزایای اقتصادی را افزایش و پیامدهای منفی زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد. به‌منظور ارزیابی اقلیمی اراضی کشاورزی استان گلستان برای کشت گندم (*Triticum aestivum* L.)، از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش خطی وزنی (WLC) استفاده شد. بدین منظور ابتدا نیازهای زراعی و متغیرهای محیطی تعیین، درجه‌بندی و مطابق با آن‌ها نقشه‌های موردنیاز تهیه گردید. متغیرهای اقلیمی موردمطالعه شامل: حداکثر دما، حداقل دما، دمای متوسط و بارندگی در مرحله کاشت و در طی دوره رشد بودند. در این پژوهش از آمارهای ۱۰ سال اخیر پارامترهای اقلیمی ۲۵ ایستگاه هواشناسی استان گلستان استفاده گردید. برای استانداردسازی داده‌ها از روش فازی و برای وزن دهی به معیارها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده‌شده است. در نهایت، با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) در محیط نرم‌افزار IDRISI، نقشه پتانسیل کشت گندم دیم تهیه گردید. نتایج نشان داد که در وزن دهی معیارها با روش تحلیل سلسله مراتبی، مقدار بارندگی در دوره رشد با ۰/۳۴۰۷ درصد بیشترین و حداقل دمای دوره سبز شدن با ۰/۰۳۰۶ درصد کمترین ضریب‌ها را کسب کردند. در نقشه برونداد حاصل از روش ترکیبی خطی وزنی ازلحاظ عوامل اقلیمی نشان داد که بیش از ۵۵ درصد اراضی جهت کشت گندم در پهنه بسیار مستعد و مستعد قرار دارند که این اراضی بیشتر در شمال شرقی و مرکز استان واقع‌شده‌اند که می‌توان علت آن را مقدار بارش کافی و دمای مناسب بیان نمود. علاوه بر این، عامل محدودکننده کشت گندم از لحاظ اقلیمی در استان گلستان را می‌توان مقدار بارش در طول فصل رشد را ذکر نمود.

واژه‌های کلیدی: ترکیب خطی وزنی، روش فازی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، متغیرهای اقلیمی

مقدمه

کشاورزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور، نقش مهمی دررسیدن به توسعه پایدار بر عهده دارد، توجه به این امر علاوه بر خودکفایی در تولید مواد غذایی و صادرات آن می‌تواند پاسخگوی مسائل ناشی از افزایش جمعیت کشور بوده و به کاهش مهاجرت روستاییان به شهرها منجر شود (Jafarbaeglu & Mobarake, 2008). مصرف افراطی مواد شیمیایی برای دستیابی عملکرد بالا در محصولات زراعی و جبران کمبود منابع باعث افزایش هزینه‌های تولید همراه با تخریب منابع خاکی، آبی و زیستی شده است به‌طوری‌که امروزه در اکثر محافل علمی صحبت از توسعه سیستم‌های پایدار کشاورزی به میان آمده است (Koocheki et al., 1995).

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از محصولات مهم کشاورزی است که در سطح بین‌المللی یکی از مهم‌ترین مواد غذایی بوده و منبع درآمد محسوب می‌شود (Shuanghe et al., 2009). این محصول اولین ماده غذایی بیش از سه میلیارد نفر از مردم جهان است (Khush, 2005) با توجه به اهمیت استراتژیک گندم، شناسایی

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد کشاورزی اکولوژیک، گروه تولیدات گیاهی، استادیار، دانشیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس و دانشجوی دکتری گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس نور
(*- نویسنده مسئول: Email: Alirahemi@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v9i3.52027

مناطق مساعد برای کاشت این گیاه زراعی بر اساس داده‌های اقلیمی و محیطی باعث افزایش عملکرد آن خواهد شد (Farajzadeh & Tacklubighash, 2001). بنابراین، یکی از ابزارهای مؤثر برای شناخت توانمندی‌های اراضی و اختصاص آن‌ها به بهترین و سودآورترین انواع بهره وری، پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی می‌باشد (Sarmadian & Taati, 2015).

بر اساس اطلاعات مندرج سطح زیر کشت اراضی آبی ۳۱۶۳۲۶ هکتار و سطح زیر کشت اراضی دیم ۴۱۹۷۸۹ هکتار است. به‌طوری‌که ۵۶۳۱۷۴ هکتار از این اراضی در پاییز، ۹۴۹۹۱ هکتار از این اراضی در بهار و ۷۷۹۵۰ هکتار از این اراضی تابستان و بعد از کشت گندم کشت می‌گردد (Golestan Agricultural Jihad Organization, 2011). محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2008) در طی مطالعه‌ای به‌منظور ارزیابی تناسب کیفی واحدهای مختلف اراضی برای کشت گندم، پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)، سویا (*Glycine max* L.) و بررسی صحت و دقت روش‌های ارزیابی تناسب اراضی (محدودیت ساده، تعداد و میزان محدودیت‌ها، استوری و ریشه دوم) در جنوب غرب گنبدکاووس در استان گلستان پرداختند. نتایج ارزیابی فیزیکی نشان داد که مهم‌ترین محدودیت‌های این اراضی برای تولید، محدودیت‌های اقلیمی، شوری و قلیاییت، اسیدیته، آهک و زهکشی خاک است. همچنین نتایج آماری آزمون ضریب تشخیص و کای اسکوئر نشان‌دهنده تطابق خوب مدل فائو و روش‌های ارزیابی تناسب اراضی، بخصوص روش استوری با شرایط کشت گندم در منطقه است. مساواتی و سید جلالی (Mosavati & Seiedjalali, 2002) مطالعه‌ای تحت عنوان تعیین تناسب اراضی و پتانسیل تولید گندم در مناطق شور استان گلستان انجام دادند که در آن تناسب اراضی برای گندم آبی در حالت‌های مختلف شوری از تناسب خوب تا نامناسب تعیین گردید. همچنین پتانسیل تولید اراضی در مناطق شور استان گلستان در شرایط آبی به روش فائو از ۱۲۰۳ کیلوگرم تا ۷۴۸۲ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید. لطفی و همکاران (Lutfi et al., 2013) در طی مطالعه‌ای به ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی خاک (فسفر، پتاسیم، نیتروژن، کربن آلی، pH و EC) در دشت اردبیل برای گندم و سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی[1] (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی[2] (GIS) پرداختند. نتایج نشان داد منطقه موردمطالعه از لحاظ حاصلخیزی خاک جهت کشت گندم ۸۴/۲۱،۶/۶۲، ۷۴/۳ درصد از تناسب ضعیف، متوسط و خوب و برای سیب‌زمینی در مقایسه با گندم به‌ترتیب ۵۲/۴۵، ۷/۱۹، ۴۰/۳۴ درصد در تناسب ضعیف، متوسط و خوب قرار می‌گیرد. کامکار و همکاران (Kamkar et al., 2014) در مطالعه‌ای به بررسی ارزیابی تناسب اراضی جهت کشت کلزا (*Brassica napus* L.) و سویا در چهار حوضه استان گلستان، با استفاده از GIS پرداختند، برای این منظور، تمام لایه‌های رستری موردنیاز، ازجمله اقلیمی (بارش، درجه حرارت)، توپوگرافی (ابعاد و شیب) و خاک (بافت، pH و EC) را تهیه و بر اساس ظرفیت زمین‌های کشاورزی نتایج نشان داد که تنها ۱۱/۸۲ درصد از مجموع زمین‌های بسیار مناسب به کشت سویا پس از کلزا قرارگرفته است. در بررسی تناسب دما و بارش برای گندم زمستانه و ذرت تابستانه که در دشت هوانگ- هوای چین، به‌منظور ارائه یک طرح آبیاری که با استفاده از تجزیه‌وتحلیل چند معیاری مبتنی بر GIS صورت گرفت؛ ثابت شد شرایط درجه حرارت در دشت هوانگ- هوای چین بسیار مناسب برای کاشت گندم و ذرت (*Zea mays* L.) است، درحالی‌که بخش شمالی دشت به دلیل بارش کم نامناسب برای کشت هست (Thanh Tuan et al., 2011). به‌طورکلی، این مطالعه باهدف ارزیابی اقلیمی اراضی کنونی کشاورزی استان گلستان جهت کشت گندم، شناسایی توانمندی‌ها، استعدادها و محدودیت‌های اراضی به‌منظور استفاده در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی و منابع طبیعی، با بررسی متغیرهای اقلیمی و محیطی در محیط GIS انجام‌شده است.

مواد و روش‌ها

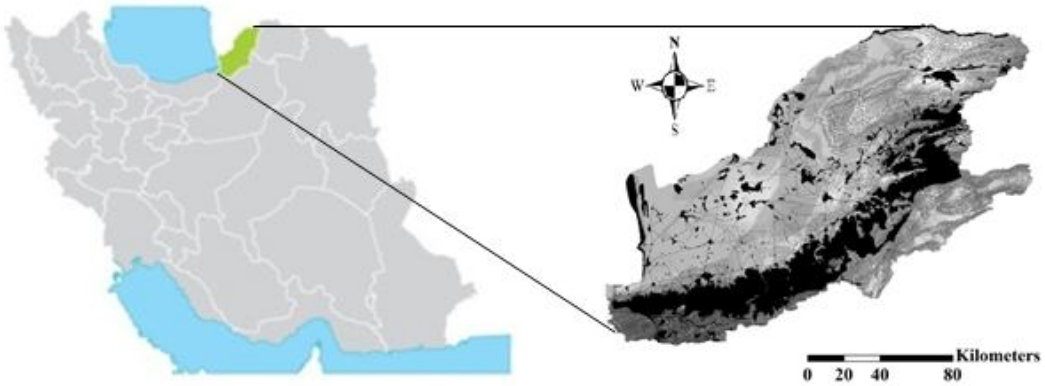
معرفی منطقه مورد مطالعه

استان گلستان حدود ۲۱۵۰۰ کیلومترمربع مساحت دارد. این استان در مختصات بین ۳۶ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی قرار دارد. آب‌وهوای استان را می‌توان با توجه به خصوصیات دما و بارش به سه نوع معتدل (خزری مرطوب)، کوهستانی (معتدل و سرد) و نیمه‌خشک (نیمه بیابانی) تقسیم کرد. بیش از ۳۵ درصد از کل استان را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهد (شکل ۱). استان

1- Analytical hierarchy process

2- Geographic information system

گلستان به دلیل شرایط متنوع اقلیمی، منابع خاک متفاوتی دارد، به‌طوری‌که از قسمت جنوبی استان به سمت شمال، مطابق با کاهش نزولات جوی، منابع خاک نیز ازنظر کیفی کاهش می‌یابد (Kazemi et al., 2012). منطقه مطالعاتی این پژوهش، شامل اراضی کشاورزی و مراتع کنونی استان گلستان هست.



شکل ۱- منطقه موردمطالعه
Fig. 1- The study area

روش تحقیق

در این مطالعه ابتدا نیاز اکولوژیک گندم با استفاده از منابع موجود مشخص گردید (جدول ۱). سپس با توجه به نیاز اکولوژیک گونه داده‌های موردنیاز هواشناسی از چهار ایستگاه سینوپتیک سازمان هواشناسی و ۲۱ ایستگاه تبخیرسنجی و باران‌سنجی سازمان آب منطقه‌ای استان گلستان (در مجموع ۲۵ ایستگاه) تهیه گردید. پس از وارد کردن این داده‌ها به محیط نرم‌افزار اکسل ایستگاه‌های مناسب بر اساس آمار ۱۰ سال گذشته طی سال‌های (۱۳۹۱-۱۳۸۲) انتخاب گردید. لایه‌های هواشناسی شامل حداکثر دما، حداقل دما، دمای متوسط و بارندگی می‌باشد.

جدول ۱- نیازهای بوم‌شناختی گندم
Table 1- Ecological requierments of wheat

ردیف Rows	فاکتور Factor	نیاز بوم‌شناختی Ecological requierment	منبع Reference
1	دمای کمینه (سانتی‌گراد) Minimum temperature (C°)	4	خواجه پور (Khajeh pur, 2013)
2	دمای مطلوب (سانتی‌گراد) Optimum temperature (C°)	15-20	خواجه پور (Khajeh pur, 2013)
3	دمای بیشینه (سانتی‌گراد) Maximum temperature (C°)	25	کرامر (Kramer, 1997)
4	بارش (میلی‌متر) Precipitation (mm)	600	نورمحمدی و همکاران (Nur Mohammady et al., 2001)

از آن‌جا که به دلیل عدم دسترسی به نقشه‌های هم مقیاس، کلیه نقشه‌ها به سیستم مختصات[1] (UTM)، زون ۴۰ در فرمت رستری و اندازه سلول ۵۰ متر تبدیل گردید. داده‌های جدولی مانند آمارهای هواشناسی با درون‌یابی بر مبنای عکس فاصله[2] (IDW) در محیط

1- Universal transverse mercator

2- Inverse distance weighted

Arc GIS 9.3 به‌دست آمد.

جدول ۲- حد آستانه و نوع تابع فازی جهت استانداردسازی نقشه‌های معیار در منطق فازی
Table 2- Threshold value and Fuzzy type of function to standardized criteria in fuzzy logic maps

ردیف Rows	لایه نقشه Map layer	حد آستانه Threshold value		نوع تابع Type of function	نام تابع Name of function
		a یا c	b یا d		
1	دمای حداکثر تاریخ کاشت Maximum temperature during date planting	4	12	افزایشی Increasing	خطی Linear
2	دمای حداکثر دوره رشد Maximum temperature during period growth	4	22	افزایشی Increasing	خطی Linear
3	دمای حداقل تاریخ کاشت Minimum temperature during date planting	4	10	افزایشی Increasing	خطی Linear
4	دمای حداقل دوره رشد Minimum temperature during period growth	4	10	افزایشی Increasing	خطی Linear
5	دمای مطلوب تاریخ کاشت Optimal temperature during date planting	4	15	افزایشی Increasing	خطی Linear
6	دمای مطلوب دوره رشد Optimal temperature during period growth	4	15	افزایشی Increasing	خطی Linear
7	بارندگی مطلوب تاریخ کاشت Optimum precipitation planting date	(a=12)(c=90)	(b=40)(d=206)	متقارن Symmetric	شکل J J-shape
8	بارندگی مطلوب دوره رشد Optimum precipitation during period growth	40	700	افزایشی Increasing	خطی Linear

همچنین تعیین تقویم زراعی کاشت گندم در ایران با شرایط متفاوت جوی، کاملاً متفاوت است. بهترین تاریخ کاشت گندم‌های پاییزه زمانی است که احتمال شروع بارندگی می‌رود و زمان کاهش دما هوا فرارسیده باشد. بر اساس پرسشنامه تهیه‌شده دوره کشت گندم در استان گلستان از ۱۵ آبان تا ۱۵ آذر تعیین گردید. به‌منظور تعیین ارزش‌ها (مقادیر) و یکسان‌سازی مقیاس‌ها در لایه‌های رقومی اطلاعات نقشه‌ای از روش‌های مبتنی بر منطق فازی استفاده شد. درروش استانداردسازی فازی، برای قالب‌بندی مقادیر معمولاً از توابع مختلفی چون توابع S شکل[1]، J شکل[2] و خطی[3] استفاده می‌شود. در پژوهش حاضر نقشه‌های معیار با استفاده از توابع S شکل، J شکل و خطی فازی در محیط نرم‌افزاری ادریسی استانداردشده و ارزش‌های آن‌ها به واحدهای قابل‌مقایسه‌ای از صفرتا ۲۵۵ تبدیل‌شده‌اند که بیشترین ارزش یعنی مقدار ۲۵۵ به حداکثر عضویت و کمترین ارزش یعنی صفر به حداقل عضویت در مجموعه تعلق می‌گیرد. جدول ۵ مقادیر آستانه و نوع تابع فازی، جهت استانداردسازی نقشه‌های معیار در منطق فازی را نشان داده است.

1- Sigmodial functions
2 - J-shaped functions
3 - Liner function

تحلیل سلسله مراتبی و تعیین وزن فاکتورها

با توجه به عوامل اقلیمی موردنظر جهت ارزیابی دقیق‌تر و تصمیم‌گیری، لازم بود تا اهمیت نسبی هر عامل مشخص گردد. در این تحقیق برای وزن‌دهی معیارها از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده گردید. این کار از طریق طراحی پرسش‌نامه‌های AHP و تکمیل آن توسط ۲۰ ناظر طرح گندم، متخصصین و کارشناسان زراعت شاغل در منابع طبیعی و جهاد کشاورزی استان گلستان صورت گرفت. درواقع پس از ارزیابی معیارها به مقیاس‌های قابل‌مقایسه و استاندارد می‌بایست وزن و اهمیت نسبی هر یک از آن‌ها را در رابطه باهدف موردنظر تعیین گردد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یک روش ریاضی جهت تعیین اهمیت و تقدم معیارها در فرآیند تحلیل و ارزیابی است. در این روش یک سری مقایسه‌ی دوبه‌دویی از اهمیت نسبی معیارها برای ارزیابی موردنظر به عمل می‌آید. این مقایسه‌های دوبه‌دویی، سپس برای ایجاد یک سری وزن‌ها (که جمع جبری آن‌ها

برابر یک است) تحلیل می‌شوند (Ghaffari, 2003). برای تعیین درجه دقت و صحت وزن دهی از شاخص سازگاری[1] (C.I) استفاده می‌شود که بر مبنای رویکرد بردار ویژه تئوری گراف[2] محاسبه می‌گردد (Satty, 1980). چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد وزن‌دهی صحیح هست. در نهایت، در تحلیل و مدل‌سازی نهایی از روش ارزیابی چندمعیاره[3] (MCE) و از رویه ترکیب خطی وزنی[4] (WLC) استفاده شد.

مدل‌سازی با استفاده از روش ترکیب خطی

روش ترکیب خطی وزنی رایج‌ترین تکنیک در تحلیل ارزیابی چندمعیاره است. هدف از ارزیابی چندمعیاره، انتخاب بهترین گزینه[5] بر مبنای رتبه‌بندی آن‌ها از طریق ارزیابی چند معیار اصلی است (Malczewski, 1999). این تکنیک، روش ساده وزن‌دهی جمع‌پذیر[6] و روش امتیازدهی[7] نیز نامیده می‌شود. این روش بر مبنای مفهوم میانگین وزنی استوار است. تحلیل‌گر یا تصمیم‌گیرنده مستقیماً برمبنای اهمیت نسبی موردبررسی، وزن‌هایی به معیارها می‌دهد. سپس با استفاده از معادله ۱ از طریق ضرب کردن وزن نسبی در مقدار آن خصیصه، یک مقدار نهایی برای هر گزینه به‌دست می‌آید.

معادله (۱) $S=\sum Wi\ Xi\ \prod Cj$

S: مطلوبیت؛ Wi: وزن عامل؛ Xi: ارزش فازی عامل i؛ Cj: امتیاز معیار محدودیت j؛ $\prod$: نمایه حاصل‌ضرب است. پس‌ازآن که مقدار نهایی هر گزینه مشخص شد گزینه‌هایی که بیشترین مقدار را داشته باشد، مناسب‌ترین گزینه برای هدف موردنظر خواهد بود (Shahabe et al., 2008). هدف موردنظر می‌تواند تعیین تناسب زمین برای یک کاربرد خاص یا ارزیابی پتانسیل یک رخداد ویژه باشد. با توجه به هدف اصلی این تحقیق که پهنه‌بندی اراضی مستعد کشت گندم در استان گلستان می‌باشد، کلیه شرایط اقلیمی با توجه به آستانه‌های سازگاری گونه‌ها تعیین و نقشه نهایی ایجاد گردید. پس از تهیه نقشه پتانسیل کشت گندم به‌صورت فازی، منطقه به چهار قسمت بسیار مستعد، مستعد، ضعیف و غیر مستعد پهنه‌بندی گردید.

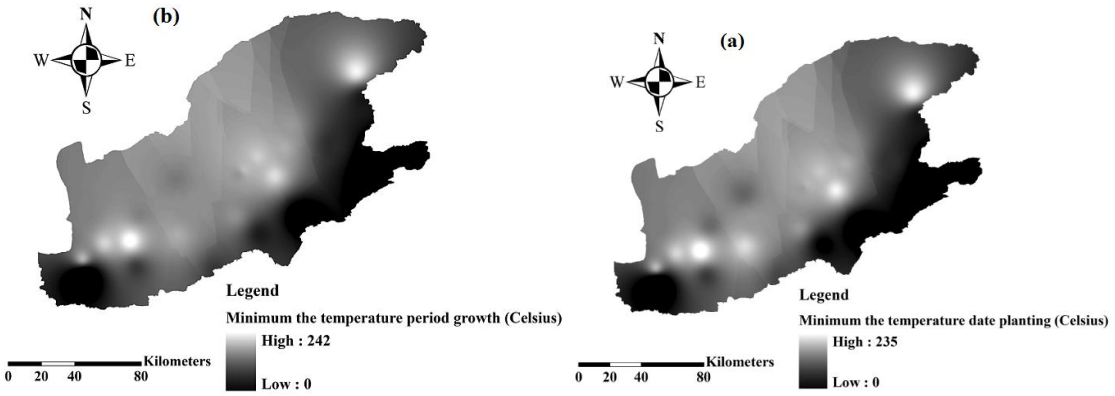
نتایج و بحث

در این مطالعه پس از تعیین نیازهای اکولوژیک گندم نقشه‌های اقلیمی که شامل لایه‌های دمای کمینه، متوسط، بیشینه و بارش در فصل رشد گندم می‌باشد با مقیاس مطلوبیت بین صفرتا ۲۵۵ به‌دست آمدند (شکل‌های ۲ تا ۵). همان‌طور که نقشه دمای حداقل نشان می‌دهد از نظر توزیع جغرافیایی احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی و دوره رشد برای گندم، در مناطق موجود در قسمت‌های شمال شرقی، مرکزی و غرب نقشه بیشترین مطلوبیت را دارند که شامل مراوه‌تپه، مینودشت، فاضل‌آباد، هاشم‌آباد، کردکوی و دیگر قسمت‌های مرکزی هستند. درحالی‌که مناطق جنوب شرقی و جنوب غربی نامناسب‌ترین مناطق ازنظر این پارامتر می‌باشند (شکل ۲).

نقشه دمای بیشینه نشان می‌دهد که از نظر توزیع جغرافیایی احتمال وقوع دماهای مناسب طی سبز شدن و دوره رشد، قسمت‌های مرکزی و به سمت شمال استان بیشترین مطلوبیت را داشتند که شامل محدوده پارک ملی، تمر-گرگان، ارازکوسه، سد وشمگیر، آق‌قلا و فاضل‌آباد می‌باشند و قسمت‌های شرق، جنوب شرقی و غرب استان کمترین مطلوبیت را دارند (شکل ۳). به‌طوری‌که دمای بالا، سبب تسریع خشک شدن خاک و کاهش رطوبت خاک می‌شود که این امر موجب تأخیر در سبز شدن گیاه می‌گردد. با این‌حال، تفاوت چندانی در مطلوبیت و عدم مطلوبیت مناطق در دمای بیشینه در طی فصل کشت و دوره رشد گندم مشاهده نگردید.

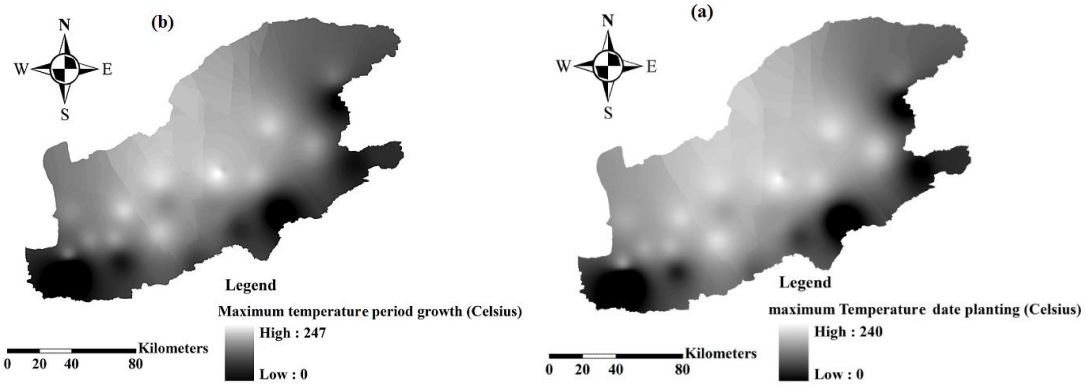
توزیع جغرافیایی احتمال وقوع دماهای مناسب طی سبز شدن بخش قابل‌توجهی از استان به خود اختصاص داده است و فقط حاشیه‌های استان که بیشتر در قسمت‌های جنوب شرقی، جنوب و جنوب غربی واقع‌شده‌اند، فاقد مطلوبیت لازم برای سبز شدن گندم می‌باشند (شکل ۴ الف). چون میانگین دمای شبانه‌روزی هوا در حدود ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد در شرایط مزرعه مناسب گندم است. بدیهی است هر چه کشت گندم با تأخیر انجام پذیرد مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌ها در شرایط دمایی مطلوب صورت نمی‌گیرد و به علت کاهش دمای خاک بذور جوانه نزده بیشتر در معرض مواجهه با امراض قارچی قرار خواهند گرفت که سبب کاهش تراکم بوته‌ها در مزرعه می‌شود (Khajeh pur, 2013).

1- Consistency index
2- Graph theory
3- Multi criteria evaluation
4- Weighted linear combination (WLC)
5- Alternative
6- Simple additive weighting
7- Scoring



شکل ۲- (الف) نقشه فازی هم‌دمای کمینه برای تاریخ کاشت و ب) نقشه فازی هم‌دمای کمینه برای دوره رشد گندم

Fig. 2- a) The minimum isotherm fuzzy map for planting date and b) the minimum isothermfuzzy map for growing prieod of wheat

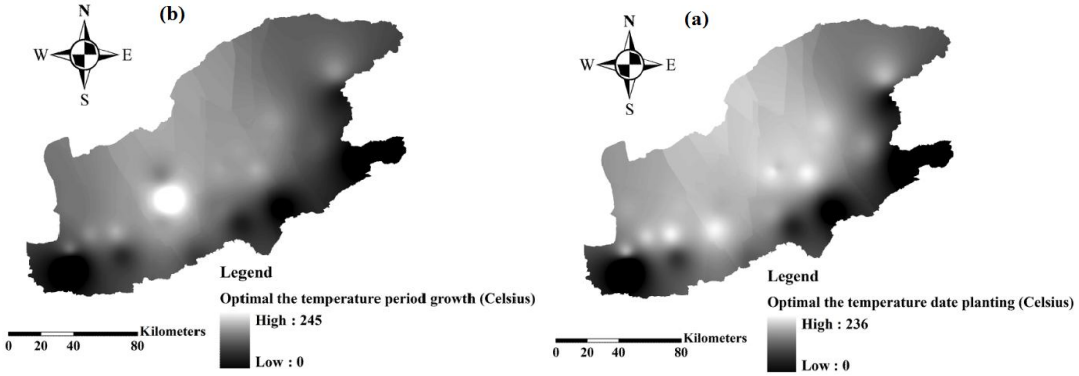


شکل ۳- (الف) نقشه فازی هم‌دمای بیشینه برای تاریخ کاشت و ب) نقشه فازی هم‌دمای بیشینه برای دوره رشد گندم

Fig. 3- a) The maximum isotherm fuzzy map for wheat planting date and b) the maximum isotherm fuzzy map for growing period of wheat

درحالی‌که با افزایش دوره رشد دمای مطلوب به بهلکه داشلی که بخش کوچکی از استان می‌باشد، منحصر می‌گردد (شکل ۴ ب). ازآن‌جا که در طی دوره رشد گندم، دما در استان گلستان افزایش می‌یابد بنابراین منطقی به‌نظر می‌رسد که مساحت منطقه ازنظر میانگین دمای مطلوب در طی دوره رشد کاهش یابد؛ بنابراین دماهای حداکثر بیش از ۲۶ درجه سانتی‌گراد و به‌خصوص حدود ۳۲ درجه و بیشتر که برای مدت قابل‌توجهی دوام آورند، طی دوران پر شدن دانه از عوامل مؤثر در محدودسازی بهره‌گیری از حداکثر پتانسیل ژنتیکی ارقام پربازده گندم محسوب می‌شوند (Khajeh pur, 2013).

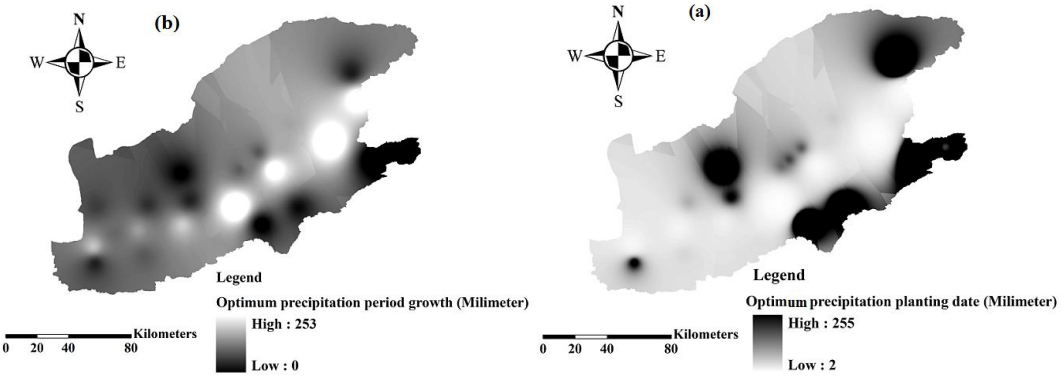
بر اساس نقشه بارندگی توزیع جغرافیایی احتمال وقوع بارندگی مناسب طی دوره سبز شدن به بخش‌های شمال شرقی (مراوه‌تپه)، جنوب شرقی و بخش کوچکی از مرکز استان محدود می‌گردد. درحالی‌که مطلوب‌ترین توزیع بارندگی برای دوره رشد منحصر به نوار باریکی می‌گردد که در حاشیه جنوبی استان از شرق به غرب را پوشش می‌دهد (شکل ۵). از آن‌جایی‌که در استان گلستان از نظر وقوع بارندگی در طی فصل کاشت محدودیت وجود ندارد، اما بارندگی زیاد در زمان کشت بیشتر سبب تأخیر آماده‌سازی زمین و درنتیجه تأخیر در کشت می‌شود. به‌همین دلیل است که نقشه بارندگی در دوره کشت برخلاف انتظار که باید مناطق بیشتری را پوشش دهد، به مناطق کمتری محدودشده است.



شکل ٤- الف) نقشه فازی هم‌دمای بهینه برای تاریخ کاشت و ب) نقشه فازی هم‌دمای بهینه برای دوره رشد گندم

Fig. 4- a) The optimal isotherm fuzzy map for wheat planting date and b) the optimal isotherm fuzzy map for growing prieod of wheat

همچنین در زراعت دیم علاوه بر مجموع بارندگی سالانه، نحوه توزیع آن در طول مراحل رشد بر عملکرد تأثیر بسزایی دارد (Sarmadnea & Koocheki., 1989) زیرا غالباً توزیع بارندگی از لحاظ زمانی و مکانی بسیار نامنظم است این تغییرات می‌تواند عامل ایجاد دوره خشکی که ممکن است ماه‌ها به طول انجامد، باشد (Sare Saraf et al., 2009). در حقیقت، آبیاری مزارع نیز به‌منظور حفظ رطوبت خاک در یک وضعیت مطلوب و به حداقل رساندن تنش رطوبتی واردشده به گیاه زراعی در طول فصل رشد، صورت می‌گیرد (Kumudini et al., 2002). بنابراین، در دیم‌زارها بین عملکرد گندم و رطوبت موجود در خاک (در مرحله دانه‌بندی) همبستگی بسیار معنی‌داری وجود دارد. به شکلی که کاهش آب تقریباً کلیه فرآیندهای دانه‌بندی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که بارزترین آن کاهش جذب مواد غذایی است که در نهایت سبب کاهش وزن کل دانه‌ها خواهد شد (Subhane, 2005).



شکل ٥- الف) نقشه فازی هم‌باران بهینه برای تاریخ کاشت و ب) نقشه فازی هم‌باران بهینه برای دوره رشد گندم

Fig. 5- a) The optimum precipitation fuzzy map for wheat planting date and b) the optimum precipitation fuzzy map for growing prieod of wheat

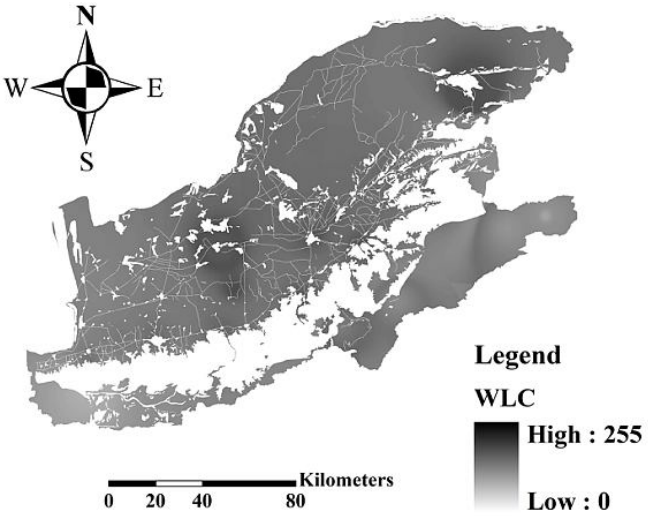
نتایج حاصل از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

نتایج حاصل از تجزیه وتحلیل مقایسات زوجی بین عوامل مؤثر بر کشت گندم، در بین زیر معیارهای اقلیم، بارندگی در دوره رشد و سبز شدن به ترتیب با ضریب ۰/۳۴۰۷ و ۰/۲۱۷۷ بیشترین و دمای حداقل دوره سبز شدن با ۰/۰۳۰۶ کمترین ضرایب را در رتبه‌بندی کسب کردند. مطالعات نشان می‌دهد عوامل اقلیمی مهم‌ترین تأثیر را در عملیات کشاورزی دارند. حتی پراکنش گونه‌های گیاهی اعم از وحشی و زراعی در عرض‌های جغرافیایی مختلف در ارتباط با عوامل اقلیمی به‌خصوص بارندگی و دما قرار می‌گیرد. برای آن‌که بتوان از یک رژیم اقلیمی معین و شرایط طبیعی هر منطقه حداکثر بهره‌برداری

زراعی را کسب نمود، لازم است قبل از هر برنامه‌ریزی در این زمینه عوامل هواشناسی و طبیعی آن منطقه را موردبررسی قرارداد (Simpson & Stitt, 1998). بنابراین از عوامل اقلیمی، بارندگی مهم‌ترین عامل محدودکننده جهت کشت گندم (که معمولاً به‌صورت دیم است) در استان گلستان می‌باشد.

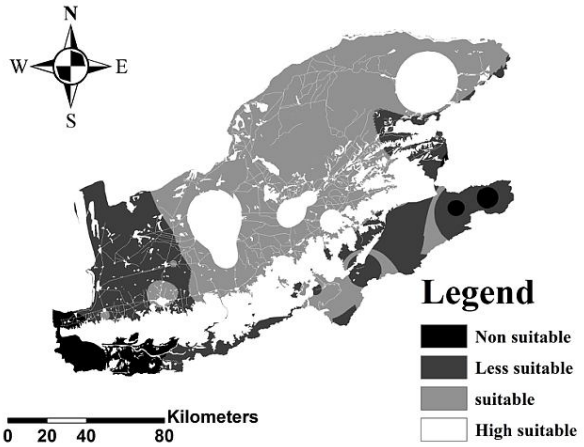
نتایج حاصل از فرآیند روش ترکیب خطی وزنی (WLC)

نقشه برونداد حاصل از روش ترکیبی خطی وزنی برای ارزیابی پتانسیل کشت گندم در استان گلستان، نقشه‌ای است تلفیقی با فرمت رستری که مقادیر آن ارزش‌هایی بین صفرتا ۲۵۵ را دارد. مقادیر بالاتر (به‌سمت ۲۵۵) در این نقشه گویای پتانسیل بیشتر برای کشت گندم و مقادیر کمتر (به‌سمت صفر) گویای اراضی با پتانسیل کمتر هستند. نتایج نشان می‌دهد که از نظر اقلیمی اراضی واقع در شمال شرقی و مرکز استان دارای شرایط مساعدی جهت کشت گندم هستند (شکل ۶).



شکل ٦- نتایج حاصل از فرایند روش ترکیبی خطی وزنی جهت کشت گندم برای عوامل اقلیمی در استان گلستان

Fig. 6- Results of the weighted linear combination method of climatic factors for wheat planting in Golestan Province



شکل ۷- استعداد سنجی اراضی کشاورزی جهت کشت گندم برای عوامل اقلیمی در استان گلستان

Fig. 7– Potential survey of agricultural lands of climatic factors for wheat planting in Golestan Province

جدول ۳- مساحت پهنه‌های طبقه‌بندی‌شده جهت کشت گندم

Table 3- Reclassified zone areas for wheat

ردیف Rows	رتبه‌بندی پهنه‌ها Ranking zones	مساحت (هکتار) Area (ha)	مساحت پهنه (درصد) Zone area (%)
1	High suitable بسیار مستعد	163298.75	9.54
2	Suitable مستعد	932846.89	54.53
3	Less suitable ضعیف	507624.34	29.67
4	Non suitable غیر مستعد	106706.58	6.23

به‌طوری‌که استعداد سنجی اراضی استان (شکل ۷) مساحت اراضی بسیار مستعد از لحاظ عوامل اقلیمی ۹/۵۴ درصد می‌باشد (جدول ۳). فیضی زاده و همکاران (Feizizadeh et al., 2012) در طی مطالعه‌ای به پهنه‌بندی آگروکلیماتولوژی گندم دیم در سطح استان آذربایجان شرقی در قالب لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS و AHP پرداختند، نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که پارامترهای اقلیمی بارندگی و دما از شاخص‌های مؤثر در فرآیند کشت گندم دیم محسوب می‌شوند. بر این اساس مناطق بسیار مناسب برای کشت گندم یک درصد، اراضی مناسب ۹۴/۱۲ درصد و اراضی متوسط نیز ۱۲/۳۷ درصد بودند.

نتیجه‌گیری

نقشه نهایی پتانسیل تولید کشت گندم با توجه به ارزیابی چهار عامل اقلیمی و بر اساس نظرات متخصصین و کارشناسان زراعت استان گلستان در قالب پرسشنامه‌های AHP ترسیم و مناطق مستعد و غیر مستعد جهت کشت گندم در چهار طبقه شناسایی شدند. نتایج حاصل از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در بین عوامل تأثیرگذار نشان داد که نقش باران در بین عوامل اقلیمی دارای بیشترین وزن و اهمیت نسبت به دیگر معیارها ازنظر متخصصین برای زراعت گندم بود. همچنین ارزیابی عوامل اقلیمی نشان داد که بیش از ۵۵ درصد اراضی جهت کشت گندم در پهنه بسیار مستعد و مستعد قرار دارند، بنابراین، با توجه به جایگاه استان گلستان در تولید و سطح زیر کشت گندم، اگر بتوان با توجه به نیازمندی‌های حرارتی و رطوبتی این محصول، مناطق مساعد کشت گندم را شناسایی نموده و محدودیت‌ها یا توانمندی‌هایی که اقلیم در محیط ایجاد کرده است را شناسایی کرد، عملاً می‌توان به عملکرد بیشتری در واحد سطح دست‌یافت که خود سبب بهبود شرایط اقتصاد کشاورزی و سطح درآمد کشور خواهد گردید. همچنین نباید فراموش کرد که غیر از دما و بارش، سایر عناصر و عوامل اقلیمی از قبیل ارتفاع، شیب، جهت جغرافیایی دامنه‌ها، بافت خاک، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی و تبخیر و تعرق می‌تواند در فرایند کشت گندم و در نتیجه جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر درزمینه پتانسیل‌های آب و هوایی کشت این محصول مهم مؤثر باشند.

منابع

Farag Zadeh, M., and Taklubygash, A. 2001. Agro-climatic zoninig of Hamedan province using the geographic information system on dryland wheat. Geographical Research 41: 105-93. (In Persian with English Summary)

Feizizadeh, B., Ebdali, H., Rezaei-Banafshe, M., and Mohammadi, G. 2012. Zoning of susceptible area to rainfed wheat in the Azerbaijan province by geospatial analysis of GIS. Agronomy Journal. (Pajouhesh and Sazandegi) 96: 75-91. (In Persian with English Summary)

Gaffari, R. 2003. Prioritizing the crisis in rural settlements with AHP. Case Study: Rural Bazoft. Journal of Consulting

Engineering (12): 107−100. (In Persian with English Summary)

Golestan Agricultural Jihad Organization. 2011. The composition and proposed pattern of cultivation p. 19. (In Persian)

Jafarbaeglu, M., and Mobarake, Z. 2008. Assess the land suitability for cultivation of saffron Qazvin province on the basis of multi-criteria decisions methods. Physical Geography Research (66): 101-119. (In Persian with English Summary)

Kamkar, B., Dorri, M.A., and Teixeira da Silva., J. 2014. Assessment of land suitability and the possibility and performance of a canola (*Brassica napus* L.)–soybean (*Glycine max* L.) rotation in four basins of Golestan province, Iran. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences 17(1): 95-105.

Kazemi, H., Tahmasebi, Z., Kamkar, B., Shataei, S., and Sadeghi, S. 2012. Evaluation of geostatistical methods for estimating and zoning of macronutrients in agricultural lands of Golestan province. Journal of Soil and Water 22(1): 18. (In Persian with English Summary)

Khajeh pour, M.R. 2013. Cereals. Jihad Daneshgahi Isfahan, Iran p 783. (In Persian)

Khush, G.S. 2005. What it will take to feed 5 billion rice consumers in 2030. Plant Molecular Biology 59: 1-6.

Koocheki, A., Hosseini, M., and Hashame Dezfulli, A. 1995. Sustainable Agriculture. Jihad Daneshgahi Mashhad, Mashhad, Iran 162 pp. (In Persian)

Kramer, P.J. 1997. Plant and Soil Water Relationships: A Modern Synthesis. Tata Mc Graw Hill Publishing Company Ltd., New Delhi p. 296-345.

Kumudini, S., Hume, D.J., and Chu, G. 2002. Genetic improvement in Short-season soybean (nitrogen accumulation, remoblizatioin and partitioning). Crop Science 42: 141-145

Lotfi Arpachaei, Z., Esmali Ouri, A., Hashemimajd, K., and Najafi, N. 2013. Soil fertility evaluation of Ardabil plain for wheat and potato based on some soil chemical properties by AHP and GIS techniques. Journal of Water and Soil 27(1): 45-53. (In Persian with English Summary)

Malczewski, J. 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiely and Sons. New York. USA p. 198-204.

Mosavati, S.A., and Seiedjalali, S.A. 2002. Determination land suitability and wheat production potential in saline land of Golestan Province. Thechnical Publication No. 1136. Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran 51 pp. (In Persian)

Nurmohammadi, G., Siadat, A., and Kashani, A. 2001. The Cultivation of Cereals. University of Chamran, Ahvaz, Iran 446 p. (In Persian)

Sarmadnea, G.H., and Koocheki, A. 1989. Dry farming aspects of physiology. Publications Jihad Daneshgahi, Ferdowsi University, Mashhad, Iran 423 p. (In Persian)

Saresaraf, B., Bazger, S., and Mohammadi, G.H. 2009. Zoning of potential climate wheat cultivation in the province of West Azerbaijan. Geography and Development (13): 5-26 (In Persian with English Summary)

Sarmadian, F., and Taati, A. 2015. Agro-ecological zoning of the Qazvin area for wheat (*Triticum aestivum* L.) using RS and GIS. Journal of Agroecology 7(3): 368-380. (In Persian with English Summary)

Satty, T. 1980. The Analytical Hierarchical Process: Planning, Priority setting, Resource Allocation. New York: ISBN 0-07-054371-2, Mc Graw-Hill.

Shahabee, H., KHazree, S., and Nayyaree, H. 2008. Study factors affecting the positioning of rescue stations mastic gum Sanandaj road using the weighted linear combination model. Fourth International Conference on Crisis Management and Passive Defense of National Stability, Tehran, Iran. 2/3/2009. 3. (In Persian)

Shuanghe, S., ShenBin, Y., BingBai, L., BingXiang, T., Zeng Yuan, L., and Toan Thuy, L. 2009. A scheme for regional rice yield estimation using Envisat asar data, Science in china series D-Earth Scienes 52(8): 1183-1194.

Simpson, J., and Stitt, J.A. 1998. Procedure for the detection and removal of clouds shadow from AVHRR data over land. IEEE Truncation. Geoscience and Remote Sensing 36: 880-897.

Subhane, B. 2005. Agro-climatic zoninig of Ardabil province using satellite imagery in GIS. A Thesis Submitted to the

Graduated Studies Office in Partial Fulfillment of Requirement for Degree Geography. Tabriz University, Tabriz, Iran p. 1- 20. (In Persian with English Summary)

Thanh Tuan, N., Jian-jun, Q., Verdoot, A., and Vanranst, E. 2011. Temperature and precipitation suitability evaluation for the winter wheat and summer maize cropping system in the Huang-huai-Hai plain of China. Agricultural Sciences in China 10(2): 275-288.

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 821-833

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۸۳۳-۸۲۱

Potential Climatic Zoning of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Golestan Province

A. Baniaghi[1], A. Rahemi Karizaki[2*], A. Biabani[3], H. Faramarzi[4]

Submitted: 07-12-2015
Accepted: 24-09-2016

Baniaghil, A., Rahemi Karizaki, A., Biabani, A., and Faramarzi, H. 2017. Potential climatic zoning of wheat Golestan Province. Journal of Agroecology 9(3): 821-833.

Introduction

Crop selection based on land capabilities has been used in several studies to assess the suitability of land for specific crops in order to determine the optimal cropping system. Maize, rice, wheat, barley, cotton, soybean and canola are the major crops found in the agricultural production systems of Golestan province, Iran. Soybean (*Glycine max* L.; Fabaceae) is grown world-wide as an important staple and commercial crop. Kamkar et al., (2014) on assessment review of land suitability for cultivation of rapeseed and soybean in four basins over Golestan province, using GIS reported that only 11.82% of the total lands very suitable to rotate soybean after canola, used raster layers for them study were included climatic (precipitation, temperature), topographic (aspects and slope) and soil-related (texture, pH, EC). The Geographical Information System (GIS) offers a flexible and powerful tool as it can combine large volumes of different kinds of data into new datasets and display these new datasets in the form of informative and accessible thematic maps. The aim of this study was to perform land suitability assessments for wheat cultivation Golestan province, and to investigate the possibility of wheat cultivation. In this way, we used GIS and a comprehensive data set on wheat crop ecological requirements, agro climatological, topographic and soil data.

Material and Methods

Geographical Location of the Region

The province of Golestan with an area of 21,500 square kilometers, is in the southeast of the Caspian Sea. This area extends from 36_44^0 N to 38_5^0 N and from 51_53^0 E to 56_14^0 E. In general, Golestan has a moderate and humid climate known as "the moderate Caspian climate. arid and semiarid areas has occupied more than 35% of Golestan province. The study area of the research, include agricultural lands and rangelands of Golestan province is present. Using 1: 50,000 maps of the national cartographic center of Iran, we created a 20 m digital elevation model (DEM) with a topo-to-raster function.

Method of study

In this study, the first agro-ecological requirements and of wheat were determined based on scientific resources. Studied climatic variables were included average, minimum and maximum temperatures, precipitation in the date planting and during growth season of crop. Data of the last 10 years were collected and recorded from 25 stations located within the study area. The standardization of data was used from fuzzy method and Analytic Hierarchy Process (AHP) was used for weighting the criteria. Finally, using weighted linear combination (WLC) in the software IDRISI, wheat cultivation potential map was prepared.

Results and Discussion

The results showed that the weighted criteria of AHP, the amount of precipitation during the growing season had the highest amount with 0.3407 and minimum temperature in the emergence stage with 0.0306 had the lowest coefficient in the rankings. The digital environmental layers overlaid and integration in GIS media then zoning of lands carried out in 4 classes (high suitable, suitable, less suitable and unsuitable). The results showed that 9.54% and 54.53% of this area were high suitable and suitable for wheat cropping, respectively.

Conclusion

1, 2, 3 and 4- MSc Student of Agroecology, Department of palnt production, Assistant Professor in Plant Production, Associated Proffessor, Department of palnt production, Faculty of Agriculture, Gonbad Kavous University and PhD student, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modaress University of Noor, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: Alirahemi@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v9i3.52027

In the output map from weighted linear combination, the located lands in East, Southeastern, South and Southwest had the lowest potential production for wheat. These areas were consisted of steep slopes, highest elevation, less precipitation and less favorable area in terms of areas which had unfavorable climate areas and other areas that located in the Northeastern, center and Northwest of the province had the best potential for wheat production which can be said cause of sufficient amount precipitation, low slope and elevation, favorable soil and temperature.

Keywords: Environmental variables, Fuzzy method, Geographic information system, and Weighted linear combination.