دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره سوم، شماره اول، بهار و تابستان ۹۵
http://arpe.gonbad.ac.ir

پهنه‌بندی فیزیوگرافی پتانسیل کشت گندم با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) در استان گلستان

افروغ سادات بنی‌عقیل[۱]، علی راحمی کاریزکی[۲*]، عباس بیابانی[۳]، حسن فرامرزی[۴]
[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[۲]استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[۳]دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[۴]دانشجوی دکتری گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۱۳

چکیده

به‌منظور ارزیابی اراضی کشاورزی استان گلستان برای کشت گندم، از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش خطی وزنی (WLC) استفاده شد. بدین منظور نیازهای زراعی و متغیرهای محیطی تعیین و نقشه‌های موردنیاز تهیه گردید. متغیرهای محیطی مورد مطالعه شامل: شیب، جهت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و بافت خاک بود. برای استانداردسازی داده‌ها از روش فازی و برای وزن‌دهی به معیارها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. 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 وزن‌دهی معیارها با روش AHP، مقدار شیب با ۰/۳۵۷۲ بیشترین و ارتفاع با ۰/۱۱۱۲، کمترین ضرایب و در نقشه‌ی برونداد حاصل از روش ترکیبی خطی وزنی اراضی واقع در شرق، جنوب شرقی و جنوب دارای کمترین پتانسیل تولید بودند. این اراضی شامل شیب‌های تند، بیشترین ارتفاع و نامساعدترین مناطق ازلحاظ توپوگرافی را به‌خود اختصاص داداند، و مابقی اراضی یعنی اراضی موجود در غرب، شمال غرب و مرکز استان بهترین پتانسیل برای کشت گندم را دارا هستند که می‌توان علت را خاک مناسب، شیب و ارتفاع کم بیان نمود.

واژه‌های کلیدی: **ارتفاع، بافت خاک، سیستم اطلاعات جغرافیایی، AHP**

*نویسنده مسئول: alirahemi@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

مقدمه

مطالعات ارزیابی تناسب اراضی، استفاده بهینه و پایدار از هر زمینی را ممکن می‌سازد (Nasiri and Alizadeh, 2009) و زمین را برای استفاده، ارزیابی اراضی و گروه‌بندی مناطق ازلحاظ تناسب کشت بررسی می‌کند (Duc, 2006). گندم، یکی از محصولات استراتژیک کشاورزی است که در سطح بین‌المللی یکی از مهم‌ترین مواد غذایی 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 مناطق مساعد برای کاشت این گیاه زراعی براساس داده‌های اقلیمی و محیطی باعث افزایش عملکرد آن خواهد شد (Faragzadeh and Taklubygash, 2001). براساس 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 پائیز، ۹۴۹۹۱ هکتار از این اراضی در بهار و ۷۷۹۵۰ هکتار از این اراضی تابستان و بعد از گندم کشت می‌گردد[1].

پاکپور ربطی و همکاران (Pakpur Rabati *et al*., 2013) در مناطقی از استان آذربایجان غربی به ارزیابی اراضی مستعد تولید محصولات کشاورزی (ذرت، آفتابگردان و جو) با استفاده از GIS پرداختند. نتایج پس از تعیین خصوصیات اقلیم، خاک و توپوگرافی منطقه مورد مطالعه و استخراج نیازهای رویشی تیپ‌های بهره‌وری از جداول سایس و گیوی نشان داد که در محدوده مورد مطالعه، کلاس‌های اقلیمی برای جو بسیار مناسب و برای ذرت و آفتابگردان به‌دلیل محدودیت رطوبت نسبی در طول دوره رشد نسبتاً مناسب ارزیابی شد. هم‌چنین محدودیت‌های عمده خاک در مناطق مورد مطالعه برای تولید محصولات کشاورزی شامل pH بالا و آهکی بودن خاک، بافت شنی و توپوگرافی می‌باشند. هم‌چنین مطالعه‌ی حاصلخیزی خاک براساس ویژگی‌های شیمیایی در محیط GIS توسط لطفی آرپاچائی و همکاران (Lotfi Arpachaei *et al*., 2013) در دشت اردبیل با کمک درون‌یابی کریجینگ صورت گرفت. نتایج پس از تهیه نقشه‌های اولیه‌ی پارامترهای شیمیایی خاک (فسفر، پتاسیم، نیتروژن، کربن آلی، EC و pH) نشان داد که، جهت کشت گندم به‌ترتیب ۲۱/۶۲، ۳/۶ و ۷۴/۸۴ درصد از منطقه‌ی مورد مطالعه در تناسب ضعیف، متوسط و خوب قرار دارند، در حالی‌که جهت کشت سیب‌زمینی به‌ترتیب ۵۲/۴۵، ۷/۱۹ و ۴۰/۳۴ درصد از منطقه مورد مطالعه در تناسب ضعیف، متوسط و خوب قرار می‌گیرد. کیهورو و همکاران (Kihoro *et al*., 2013) به‌منظور تولید محصول برنج براساس عوامل فیزیکی و اقلیمی با روش ارزیابی چندمعیاره (MCE)[2] در کنیا گزارش دادند که، ۷۵ درصد از کل اراضی بسیار مناسب و ۲۵ درصد نسبتاً مناسب بودند. هم‌چنین نتایج نشان داد که، منطقه بالقوه برای

۱- اطلاعات برگرفته از سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان. ۱۳۹۰. ترکیب و الگوی کشت پیشنهادی

2- Multi Criteria Evaluation

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

رشد برنج ۸۶۳۶۴ هکتار بود که تنها ۱۲ درصد به کشت برنج اختصاص داده شده‌اند. سامانتا و همکاران (Samanta *et al*., 2011) با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، استان موروبه[1] در گینه‌نو را جهت کشت برنج پهنه‌بندی کردند. در این مطالعه از داده‌های خاکشناسی، اقلیم، توپوگرافی، منابع آب و اراضی استفاده و نتایج نشان داد که، تنها ۴ درصد این منطقه دارای تناسب بسیار خوب و ۲۱ درصد دارای تناسب متوسط برای کشت برنج هست. این مطالعه با هدف تهیه نقشه و تعیین ضرایب عوامل مؤثر بر امکان تولید، تعیین نقاط مناسب و نامناسب و بررسی نواحی مستعد کشت گندم در استان گلستان با تکیه بر عناصر فیزیوگرافی (بافت خاک، شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع) در محیط GIS انجام شده است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه موردمطالعه: 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. بیش از ۳۵ درصد از کل استان را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهد (شکل ۱). استان گلستان به‌دلیل 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 مورد مطالعه

1- Morobe

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

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، نقشه توپوگرافی و بافت خاک از سازمان‌ها و ارگان‌ها تهیه گردید. لایه‌های فیزیوگرافی شامل بافت خاک، شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا با درون‌یابی بر مبنای عکس فاصله[1] (IDW) در محیط Arc GIS 9.3 به دست آمد.

جدول ۱- نیازهای بوم‌شناختی گندم

ردیف	فاکتور	نیاز بوم‌شناختی	منبع
۱	بافت خاک	لومی	نورمحمدی و همکاران (Nurmohammadi *et al.,* 2001)
۲	ارتفاع (متر)	<۱۰۰۰	رسولی و همکاران (Rasolly *et al.,* 2005)
۳	شیب (درصد)	<۱۲	رستگار (Rastgar, 1998) و فیشر (Fischer, 2002)
۴	جهت شیب	شرقی و جنوبی	آهن‌ساز (Ahansaz, 2011)

نقشه‌های شیب، جهت شیب و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM[2]) استان گلستان در محیط Arc Map، اندازه سلول ۵۰ متر و زون ۴۰ در فرمت رستری تهیه شد. به‌طوری‌که جهت برای کشت گندم، به ترتیب اولویت به مسطح، شمال شرقی، شرق، جنوب شرقی، جنوب، جنوب غربی، غرب، شمال غربی و شمال طبقه‌بندی شده است. جهت جغرافیایی بر دریافت تشعشع و گرما توسط گیاه تأثیر قابل ملاحظه‌ای می‌گذارد و باعث افزایش رشد به‌خصوص در زمین‌های مسطح و دامنه‌های شرقی و جنوبی می‌گردد (Kazemi *et al.,* 2013; Ahansaz, 2011). هم‌چنین این جهات جغرافیایی موجب جلوگیری از سرما و افزایش کیفیت دیم و محصولات زراعی می‌شود. نقشه بافت خاک نیز با در نظر گرفتن نیاز اکولوژیک گندم در محیط Arc GIS طبقه‌بندی شد. به‌طوری‌که بافت‌های لومی، لومی رسی، لومی رسی شنی، لومی رسی سیلتی، لومی شنی و رسی سیلتی به‌ترتیب رتبه ۱ تا ۶ را به‌خود اختصاص دادند که، رتبه یک یعنی بهترین بافت خاک را شامل می‌شود. براساس مطالعات انجام شده، بهترین بافت خاک جهت حصول عملکرد مطلوب در گندم خاک‌های دارای بافت لومی، لومی رسی و لومی شنی دارای زهکشی خوب هستند. اراضی که قدرت نگهداری آب در آن‌ها زیاد و نیز دارای لایه‌های زیرین نفوذپذیر باشد یا اراضی که آب را به مدت طولانی در خود نگه‌داری می‌کنند از قبیل رسی برای کشت گندم مناسب نمی‌باشند. اراضی سبک مثل شنی لومی نیز به علت ظرفیت کم رطوبتی در مواقع حساس ممکن است گیاه را با تنش رطوبتی مواجه کند (Nurmohammadi *et al.,* 2001). خاک‌های بسیار حاصلخیز و غنی از مواد غذایی نیز به‌دلیل تحریک رشد رویشی و ایجاد

1- Inverse Distance Weighted
2- Digital Elevation Model

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

احتمال خوابیدگی ممکن است مناسب نباشند (Khajehpour, 2013). به‌منظور تعیین ارزش‌ها (مقادیر) و یکسان‌سازی مقیاس‌ها در لایه‌های رقومی اطلاعات نقشه‌ای از روش‌های مبتنی بر منطق فازی[1] استفاده شد. یک مجموعه فازی، مجموعه‌ای است که اجازه می‌دهد اعضای آن، درجه عضویت متفاوتی بین صفر و یک یا صفر تا ۲۵۵ داشته باشند (Malczewski, 1999). درروش استانداردسازی فازی، برای قالب‌بندی مقادیر معمولاً از توابع مختلفی چون توابع S شکل[2]، J شکل[3] و خطی[4] استفاده می‌شود. جدول ۲ مقادیر آستانه و نوع تابع فازی، جهت استانداردسازی نقشه‌های معیار در منطق فازی را نشان داده است.

جدول ۲- حد آستانه و نوع تابع فازی جهت استانداردسازی نقشه‌های معیار در منطق فازی

ردیف	لایه نقشه	حد آستانه		نوع تابع فازی	نام تابع فازی
		d یا b	c یا a		
۱	جهت شیب	۹	۱	کاهشی	خطی
۲	ارتفاع	۳۹۰۰	۱	کاهشی	خطی
۳	شیب	۱۲	۱	کاهشی	شکل S
۴	بافت خاک	۱۲	۱	کاهشی	خطی

با توجه به عوامل فیزیوگرافی 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[5] (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 انجام شد. در واقع پس از ارزیابی معیارها به مقیاس‌های قابل‌مقایسه و استاندارد می‌بایست وزن و اهمیت نسبی هر یک از آن‌ها را در رابطه با هدف موردنظر تعیین گردد. 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 (Gaffari, 2003). برای تعیین درجه دقت و صحت وزن‌دهی از شاخص سازگاری[6] (C.I.) استفاده می‌شود (Satty, 1980). چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد وزن‌دهی صحیح

1- Fuzzy
2- Sigmoidal Functions
3- J-shaped Functions
4- Liner Function
5- Analytic Hierarchy Process (AHP)
6- Consistency Index

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

هست. در نهایت در تحلیل و مدل‌سازی نهایی از روش ارزیابی چندمعیاره (MCE) و از رویه‌ی ترکیب خطی وزنی (WLC)[1] استفاده شد. روش ترکیب خطی وزنی رایج‌ترین تکنیک در تحلیل ارزیابی چندمعیاره است. هدف از ارزیابی چندمعیاره، انتخاب بهترین گزینه[2] بر مبنای رتبه‌بندی آن‌ها از طریق ارزیابی چند معیار اصلی است (Malczewski, 1999). 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 رابطه ۱ از طریق ضرب کردن وزن نسبی در مقدار آن خصیصه، یک مقدار نهایی برای هر گزینه به دست می‌آید.

$$S=\sum Wi\ Xi\ \prod Cj \qquad \text{رابطه (۱)}$$

S: مطلوبیت؛ Wi: وزن عامل؛ Xi: ارزش فازی عامل؛ Cj: امتیاز معیار محدودیت و $\prod$: نمایه حاصل‌ضرب است.

روش ترکیب خطی وزنی می‌تواند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و قابلیت‌های هم‌پوشانی این سیستم اجرا شود. فنون هم‌پوشانی در سیستم اطلاعات جغرافیایی اجازه می‌دهد که برای تولید یک‌لایه‌ی نقشه‌ای ترکیبی (نقشه برونداد)، لایه‌های نقشه‌ای معیار (نقشه‌های درونداد) باهم ترکیب و تلفیق شوند. استفاده از این روش در هر دو قالب رستری و برداری سیستم اطلاعات جغرافیایی عملی است. پس‌ازآن که مقدار نهایی هر گزینه مشخص شد گزینه‌هایی که بیشترین مقدار را داشته باشد، مناسب‌ترین گزینه برای هدف موردنظر خواهد بود (Shahabee *et al.*, 2008). هدف این تحقیق که پهنه‌بندی اراضی مستعد کشت گندم با توجه به شرایط فیزیوگرافی منطقه می‌باشد، کلیه شرایط مذکور با توجه به آستانه‌های سازگاری گونه تعیین و نقشه نهایی ایجاد گردید. پس از تهیه نقشه پتانسیل کشت گندم استان گلستان به‌صورت فازی منطقه به چهار قسمت بسیار مستعد، مستعد، نیمه مستعد و غیر مستعد پهنه‌بندی گردید.

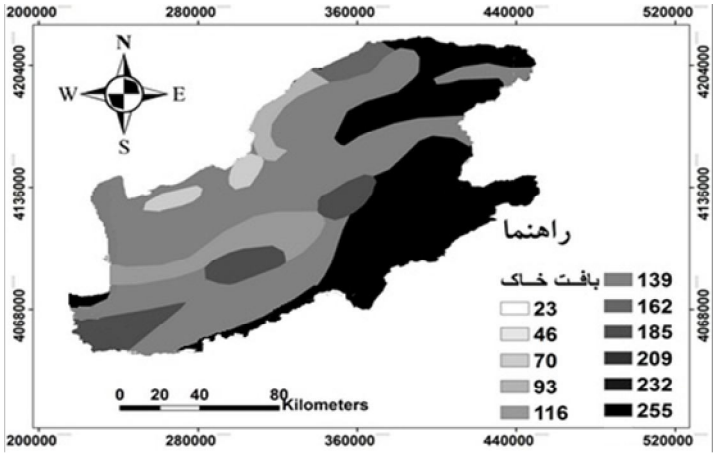
نتایج و بحث

در این مطالعه با در نظر گرفتن نیازهای اکولوژیک گونه گندم نقشه‌های محیطی شامل شیب، جهت، ارتفاع و خاک با مقیاس مطلوبیت بین صفرتا ۲۵۵ به‌دست آمدند (شکل‌های ۲ تا ۵). طبق طبقه‌بندی از لحاظ بهترین بافت خاک برای کشت گندم، بافت‌های لومی، لومی رسی، لومی رسی شنی، لومی رسی سیلتی، لومی شنی و رسی سیلتی که به‌ترتیب رتبه ۱ تا ۶ را به‌خود اختصاص دادند به‌طوری‌که، نقشه فازی کشت گندم بر اساس خصوصیات خاک در شکل ۲ نشان می‌دهد که، بخش

1- Weighted Linear Combination (WLC)
2- Alternative

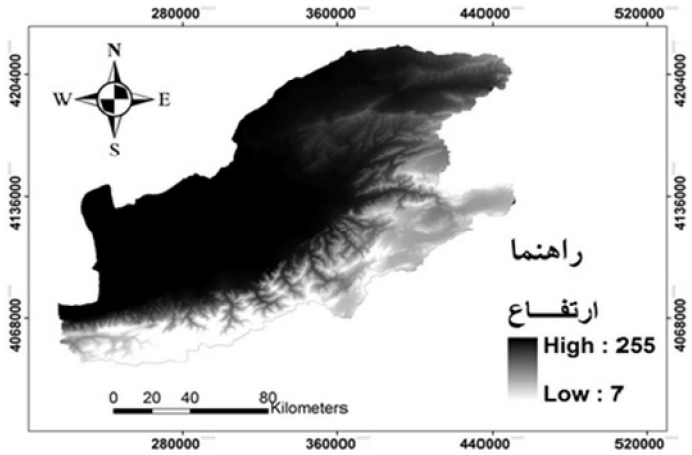
[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

وسیعی از استان را بافت رسی سیلتی و مناطق موجود در شمال شرقی، جنوب شرقی و قسمتی از غرب استان بهترین مناطق جهت کشت گندم می‌باشند.



شکل ۲- نقشه فازی بافت خاک در استان گلستان برای گندم

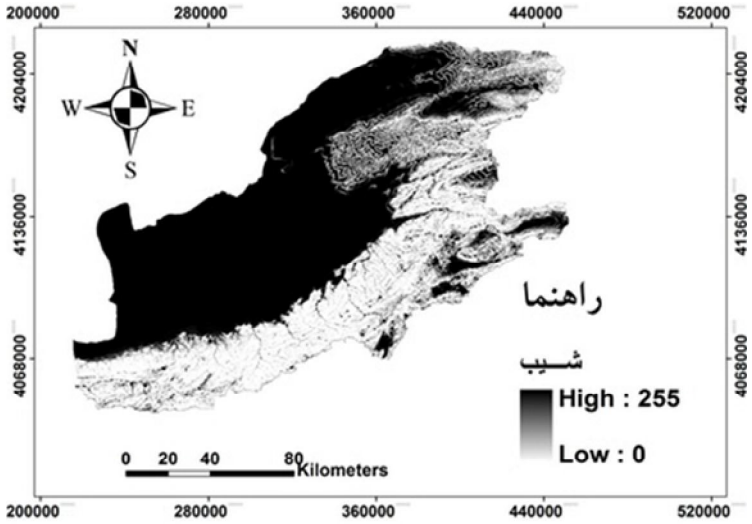
براساس نقشه فازی DEM استان، حاشیه‌ی جنوبی استان شامل مناطق جنوب، جنوب شرقی و قسمتی از جنوب غرب فاقد مطلوبیت لازم جهت کشت گندم می‌باشد. در حالی که سایر مناطق استان از مطلوبیت خوبی برخوردار هستند (شکل ۳). شکل زمین و ارتفاع آن در عملکرد محصول مؤثر است و طبق قاعده کلی با افزایش ارتفاع، نقش بارندگی نیز افزایش می‌یابد یعنی تا ارتفاعی معین موجب افزایش و از آن پس موجب کاهش بارندگی می‌گردد (Arokhi *et al.*, 2009).



شکل ۳- نقشه فازی ارتفاع استان گلستان برای گندم

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

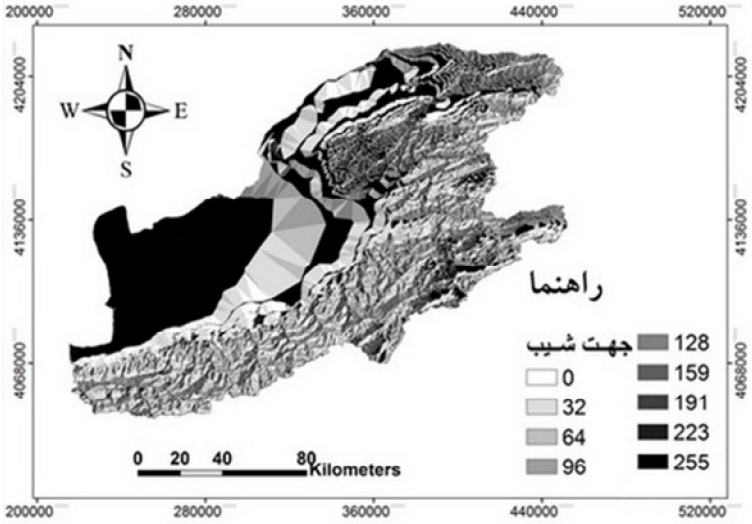
یکی از مهم‌ترین عوامل فیزیکی که تأثیر زیادی بر نوع کشت محصولات کشاورزی دارد، شیب زمین (Arokhi *et al.,* 2009) و مقدار شیب است (Abdollahy *et al.,* 2013). با تحلیل نقشه شیب، پهنه‌های مناسب برای کشت دیم گندم در استان نشان می‌دهد که، هرچه از شمال استان به سمت جنوب و از غرب به سمت شرق استان پیش رویم بر شیب مناطق افزوده می‌شود به‌طوری‌که برای کشت مناسب نیستند (شکل ۴). شیب‌های کمتر برای محصول دیم مناسب‌تر است، زیرا شیب کم باعث می‌شود آب‌های ناشی از بارندگی در زمین نفوذ کرده و ذخیره‌ی رطوبتی خاک افزایش یابد. از طرف دیگر دامنه‌ی تغییرات حرارتی درشیب کم، کمتر از شیب زیاد بوده و این نیز یک عامل مثبت برای رشد گیاه محسوب می‌شود.



شکل ۴- نقشه فازی شیب استان گلستان برای گندم

نقشه فازی جهات جغرافیایی نشان می‌دهد که، بخش قابل‌توجهی از شمال غربی و غرب استان شامل زمین‌های مسطح است که مناسب کشت گندم است؛ اما بخش‌های شرقی و جنوبی استان که حدوداً دوسوم استان را شامل می‌شود ازنظر جهت جغرافیایی یک ناهمگونی زیادی مشاهده می‌شود به‌نحوی‌که نمی‌توان گفت که، کدام جهت جغرافیایی را در برمی‌گیرد و احتمالاً به‌دلیل کوهستانی بودن این مناطق است (شکل ۵).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]



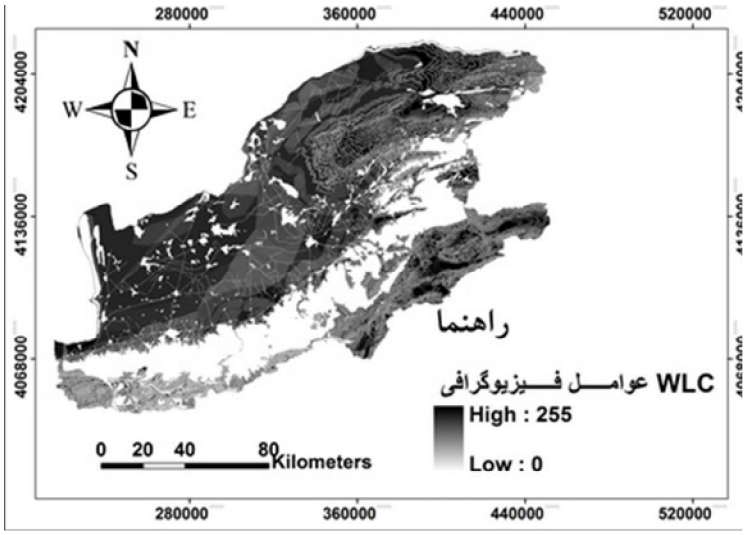
شکل ۵- نقشه فازی جهت شیب در استان گلستان برای گندم

نتایج حاصل از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) جهت کشت گندم: نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مقایسه‌های زوجی بین عوامل مؤثر بر کشت گندم نتایج نشان داد که، در وزن‌دهی معیارها با روش AHP، مقدار شیب با ۰/۳۵۷۲ بیشترین، بافت خاک ۰/۳۳۷۴، جهت شیب با ضریب ۰/۱۹۴۲ و ارتفاع با ۰/۱۱۱۲، کمترین ضرایب کمترین ضرایب را در رتبه‌بندی کسب کردند. باقرزاده و همکاران (Bagherzadeh, 2012) در طی مطالعه‌ای به ارزیابی کیفی تناسب اراضی دشت مرکزی نیشابور برای محصولات گندم، ذرت و پنبه که براساس روش پارامتریک کالوگیرو و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام گردید، مهم‌ترین عامل محدودیت برای کشت گندم را خصوصیات فیزیکی خاک و برای تولید ذرت و پنبه به‌طور عمده شرایط اقلیمی بیان نمودند؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد که کشت گندم و حتی ذرت در دشت نیشابور با انجام اقدامات اصلاحی و بهبود خواص فیزیکی خاک راندمان بهتر و تناسب بالاتری را برای تولید این محصولات داشته باشند، اما برای محصول پنبه با توجه به شرایط اقلیمی نامساعد دشت نیشابور برای این گیاه و شدت محدودیت موجود، کشت این محصول توصیه نمی‌شود.

نتایج حاصل از روش WLC جهت کشت گندم: نقشه‌ی 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 صفر تا ۲۵۵ را دارد. مقادیر بالاتر (به‌سمت ۲۵۵) در این نقشه گویای پتانسیل بیشتر برای کشت گندم و مقادیر کمتر (به‌سمت صفر) گویای زمین‌های با پتانسیل کمتر

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

هستند. نتایج نشان می‌دهد که، اراضی واقع در شرق، جنوب شرقی و جنوب دارای کمترین پتانسیل تولید می‌باشند. این اراضی شامل شیب‌های تند، بیشترین ارتفاع و نامساعدترین مناطق ازلحاظ توپوگرافی را به‌خود اختصاص داده است و مابقی اراضی یعنی اراضی موجود در غرب، شمال غرب و مرکز استان بهترین پتانسیل برای کشت گندم را شامل گردید (شکل ۶). بنابراین، شیب یکی از مشخصه‌های فرسایش خاک است و عامل مهمی در تصمیم‌گیری‌های زراعی ازجمله انتخاب گیاه، روش‌های تهیه بستر بذر، آبیاری و سایر موارد است (Arokhi *et al.,* 2009). هم‌چنین یکی از فاکتورهای مؤثر در رشد و تولید محصولات زراعی ازجمله غلات دیم، بدون تردید خاک می‌باشد. کاشت گندم عموماً در خاک‌های کاملاً خشک صورت می‌گیرد تا قوه نامیه خود را تا مدت‌ها حفظ کند. اراضی که قدرت نگهداری آب در آن‌ها زیاد و نیز دارای لایه‌های زیرین نفوذپذیر باشد، یا اراضی که آب را به مدت طولانی در خود نگهداری می‌کنند برای کشت گندم مناسب نمی‌باشند (Nurmohammadi *et al.,* 2001).



شکل ۶- نتایج حاصل از فرآیند روش ترکیبی خطی وزنی جهت کشت گندم برای عوامل فیزیوگرافی در استان گلستان

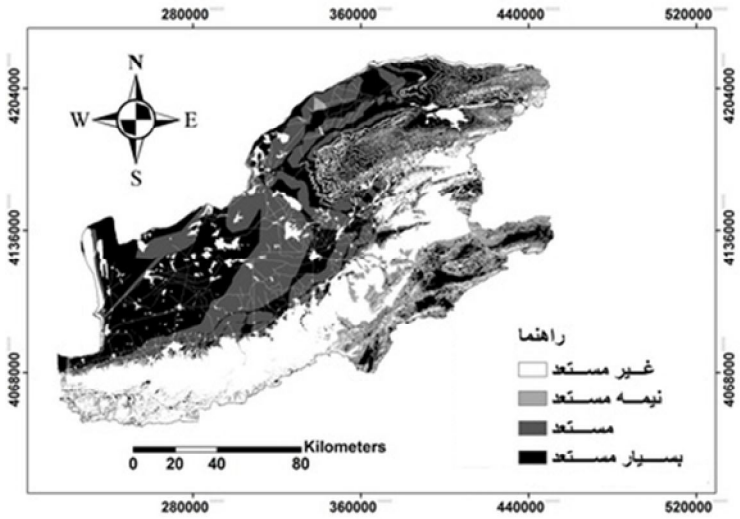
نتایج استعدادسنجی اراضی کشاورزی جهت کشت گندم: با استعدادسنجی اراضی استان مشخص شد مساحت اراضی بسیار مستعد ۳۹/۹۹ درصد است (جدول ۳). نقشه استعدادسنجی اراضی جهت کشت گندم با توجه به شرایط توپوگرافی در شکل ۷ نشان می‌دهد که، بیش از ۶۵ درصد اراضی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

استان در محدوده بسیار مستعد و مستعد برای کشت می‌باشند. این اراضی با توان بسیار مستعد و مستعد دارای خاک مناسب، زهکشی مناسب و اراضی بدون شیب با ارتفاع مناسب جهت کشت گندم را دارا هستند. این مناطق تقریباً بیشتر اراضی واقع در غرب، شمال غرب و مرکز استان را شامل می‌شوند.

جدول ۳- مساحت پهنه‌های طبقه‌بندی‌شده جهت کشت گندم

رتبه‌بندی پهنه‌ها	مساحت (هکتار)	مساحت پهنه (درصد)
بسیار مستعد	۶۸۳۹۴۱/۵۳	۳۹,۹۹
مستعد	۵۳۰۳۳۱/۶۳	۳۱,۰۱
نیمه مستعد	۳۰۳۸۷۳/۰۹	۱۷,۷۷
غیر مستعد	۱۹۱۸۷۲/۴۸	۱۱,۲۲



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

نتیجه‌گیری

در این مطالعه ارزیابی عوامل فیزیوگرافی نشان داد که، بیش از ۶۵ درصد اراضی ازنظر عوامل فیزیوگرافی جهت کشت گندم در پهنه بسیار مستعد و مستعد قرار دارند. هم‌چنین، نتایج حاصل از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از لحاظ فیزیوگرافی نشان داد که، شیب و بافت خاک به‌ترتیب از عوامل محدودکننده از نظر متخصصین برای زراعت گندم بود، زیرا افزایش شیب منطقه از نفوذ بارندگی و در

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

نتیجه افزایش ذخیره رطوبتی خاک جلوگیری می‌نماید. بنابراین، با توجه به جایگاه استان گلستان در تولید و سطح زیر کشت گندم، اگر بتوان مناطق مساعد کشت گندم را شناسایی نمود، عملاً می‌توان به عملکرد بیشتری در واحد سطح دست یافت که خود سبب بهبود شرایط اقتصاد کشاورزی و سطح درآمد کشور خواهد گردید. هم‌چنین نباید فراموش کرد که غیر از ارتفاع، شیب، جهت جغرافیایی دامنه‌ها، بافت خاک، سایر عناصر دیگر از قبیل رطوبت نسبی، GDD، تبخیر و تعرق می‌تواند جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر کشت این محصول مهم، مؤثر باشند.

منابع

Abdollahy A., Amame G., Hussane Sabet S.M. 2013. Agronomic climatic zoning of wheat in Hamedan province using the geographic information systems and satellite images. Institute for Planning, Agricultural Economics and Rural Development, 34 p. (In Persian).

Ahansaz S. 2011. Land suitability analysis of wheat cultivar in Gorganroud basin by using geographical information system. M.Sc., Thesis, Faculty of Agriculture, Gonbad-e-Kavous University, 84 p. (In Persian).

Arokhi S., Hejam S., Lotfi M. 2009. Efficiency of geo-statistics methods to determine suitable areas for cultivation of wheat using using geographical information system (Case study: Tehran province). Conference and Exhibition Geomatics, 88, 11 p. (In Persian).

Bagherzadeh H.R., Bagherzadeh A., Moeinrad H. 2012. Land suitability evaluation for wheat (*Triticum aestivum* L.), mays (*Zea mays* L.) and cotton (*Gossypium herbaceum* L.) production using GIS at Neyshabour plain. Agroecology, 4 (1): 41-51. (In Persian).

Duc T.T. 2006. Using GIS and AHP technique for land use suitability analysis. International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences, 6 p.

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

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

Fischer G. 2002. Global agro-ecological zones assessment. Food and Agricultura Organization of the United Nations, IIASA.

Gaffari R. 2003. Prioritizing the crisis in rural settlements with AHP (Case Study: Rural Bazoft). Journal of Consulting Engineer, 12: 100-107. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

Kazemi H., Tahmasebi Sarvestani Z., Kamkar B., Shataee S., Sadeghi S. 2013. Agro-ecological zoning of Golestan province lands for soybean cultivation using geographical information system (GIS). JASP, 23 (4): 21-40. (In Persian).

Kazemi H., Tahmasebi Z., Kamkar B., Shataei S.H., 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 p. (In Persian).

Khajehpour M.R. 2013. Cereals. Jahad Daneshgahi Isfahan, 783 p. (In Persian).

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

Kihoro J., Njoroge J.B., Murage H. 2013. Suitability analysis for rice growing sites using a multicriteria evaluation and GIS approach in great Mwea region, Kenya. Springer Open Journal, 9 p.

Lotfi Arpachaei Z., Esmali Ouri A., Hasheminajd K., 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).

Malczewski, J. 1999. GIS and multicriteria decision analysis. John Wiely and Sons, New York, USA, Pp: 198-204.

Nasiri Sheshdeh A., Alizadeh A. 2009. Qualitative evaluation of suitability for a particular plant. The Fourth Conference of New Ideas in Agriculture, Isfahan, Pp: 230-233. (In Persian).

Nurmohammadi G.H., Siadat A., Kashani A. 2001. The cultivation of cereals. University of Chamran Ahvaz, 446 p. (In Persian).

Pakpurrabati A., Jafarzadeh A.A., Shahbazi F., Ammary P. 2013. Assessment of susceptible land for some agricultural crops in some regions of west Azerbaijan province using geographical information system. Journal of Soil and Water, 23 (1): 165-176. (In Persian).

Rasolly A., Ghassamy K., Subhhany B. 2005. The role of precipitation and elevation to determine suitable areas for the cultivation of wheat using GIS (Case study: Ardabil). Journal of Geography and Development, Pp: 183-200. (In Persian).

Rastgar M.A. 1998. General Agriculture. Brhmnd Publishing, 467 p.

Samanta S., Pal B., Pal D.K. 2011. Land suitability analysis for rice cultivation based on multi-criteria decision approach through GIS. International Journal of Science and Emerging Technologies, 2 (1): 12-21

Satty T. 1980. The analytical hierarchical process: planning, priority setting and resource allocation The Analytic Hierarchy Process, New York, McGraw-Hill.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

Shahabee H., Khazree S., 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, 3 p. (In Persian).

Shuanghe S., Shen Bin Y., Bing Bai L., Bing Xiang T., Zeng Yuan L., Toan Thuy L. 2009. A scheme for regional rice yield estimation using envisat asar data. Science in China Series D Earth Sciences Journal, 52 (8): 1183-1194.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]