



## ارزیابی تناسب اراضی حوزه گرگان‌رود (استان گلستان) جهت کشت گندم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

<sup>1</sup>عباس بیابانی،<sup>2</sup>سارا آهن‌ساز،<sup>3</sup>بهنام کامکار و<sup>4</sup>اعظم رومانی

<sup>1</sup>دانشیار گروه تولیدات گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس.

<sup>2</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس.

<sup>3</sup>دانشیار گروه تولیدات گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گرگان.

<sup>4</sup>دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس.

تاریخ دریافت: ؛ تاریخ پذیرش:

### چکیده

استفاده بهینه از اراضی نیازمند ارزیابی دقیق منابع بوم‌شناختی کشاورزی می‌باشد. ارزیابی تناسب اراضی پیش‌نیازی برای کشاورزی پایدار بوده و نقش مهمی در برنامه‌ریزی کشاورزی آشیانه محور دارد، ابزاری مثل GIS می‌تواند در این زمینه سودمند باشد. در این تحقیق، از پارامترهای اقلیمی (دما و بارش)، توپوگرافی (شیب و جهت شیب) و کاربری اراضی به‌منظور تعیین تناسب اراضی حوزه گرگان‌رود برای تولید گندم استفاده گردید. از روش تحلیل سلسله مراتبی، برای تعیین ضریب تأثیر عوامل مؤثر بر امکان تولید گندم استفاده شد. به‌منظور پهنه‌بندی حوزه‌ی گرگان‌رود از نظر توانمندی تولید، داده‌های بلندمدت عملکرد گندم استان گلستان جمع‌آوری گردید. درون‌یابی عملکرد با روش فاصله وزنی معکوس (IDW) انجام شد. همچنین نقشه شوری اراضی استان تهیه شد. بر پایه نتایج در حوزه گرگان‌رود 74 درصد اراضی دیم از نظر پارامترهای اقلیمی و توپوگرافی مناسب کشت، 26 درصد اراضی نسبتاً مناسب و کل اراضی آبی مناسب تولید می‌باشند. در 93 و 66 درصد اراضی زیر کشت گندم دیم و آبی شرایط مطلوب (عملکردی پایین‌تر از میانگین استان) حاصل نمی‌شود. با وارد کردن اطلاعات EC مشخص شد

که 6 و 66 درصد از اراضی آبی و دیم با شوری بیش‌تر از 14 دسی‌زیمنس روبه‌رو هستند و چون EC بالاتر از 14 دسی‌زیمنس علاوه بر کاهش عملکرد، موجب کاهش 50 درصدی جوانه‌زنی می‌شود، این نواحی در حوزه، عملکردی پایین‌تر از میانگین عملکرد استان داشتند. در 4879 و 5078 هکتار از اراضی آبی و دیم با وجود مطلوب بودن شوری، عملکرد پایین‌تر از میانگین استان می‌باشد که علت آن مدیریت ضعیف زارعین منطقه است و این امر لزوم بازنگری در گزینه‌های مدیریتی را اثبات می‌کند.

**واژه‌های کلیدی:** تناسب اراضی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، الگوی رقومی ارتفاع، تحلیل سلسله مراتبی.

#### مقدمه

کشاورزی مهم‌ترین فعالیت اقتصادی بشر است، به‌طوری‌که یک سوم کل خشکی‌های روی زمین را در بر گرفته و 45 درصد جمعیت شاغل را به‌کار گرفته است. هر کشوری باید بالاترین سطح اولویت خود را به ارزیابی منابع زمینی، آبی و اقلیمی معطوف دارد و به ایجاد یک سامانه‌ی اطلاعات فضایی جامع به‌منظور به‌کار بردن بهترین دانش و فناوری در توسعه کشاورزی از طریق خط مشی‌های دولتی و خصوصی بپردازد (فیشر و همکاران، 2002). بیش از سه چهارم سطح اراضی دنیا برای کشت گیاهان زراعی نامطلوب هستند و اراضی کشورهای در حال توسعه از مشکلاتی نظیر محدودیت‌های ناشی از سرما (13 درصد)، آب و هوای بسیار خشک (27 درصد)، شیب زیاد (12 درصد) یا داشتن خاک‌های ضعیف و فقیر (40 درصد) رنج می‌برند. در مجموع، در این کشورها به‌دلیل محدودیت‌های چندگانه، اراضی از لحاظ مطلوبیت کاشت در حد متوسطی قرار دارند (فیشر و همکاران، 2001). احتمالاً فشرده‌سازی کشاورزی محتمل‌ترین ابزار برای تأمین امنیت غذایی جمعیت روز افزون دنیاست، چرا که در حال حاضر اراضی دارای توانمندی تولید به‌شکل بی‌رویه‌ای در حال بهره‌برداری هستند. گیاهان زراعی بهترین رشد خود را در مناطقی انجام می‌دهند که شرایط اقلیمی نیاز رشدی آن‌ها را تأمین نماید. ارتفاع، شیب، جهت شیب، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، میزان پوشش سطح زمین و برخی از

ارزیابی تناسب اراضی حوزه گرگان رود (استان گلستان) جهت کشت گندم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

عوامل اقلیمی مؤثر بر رشد، در امکان‌سنجی تولید یک محصول در یک منطقه می‌توانند مفید واقع شوند (باگات و همکاران، 2009). یکی از موضوعات مهم و اصلی جهان (به‌خصوص در مورد اغلب کشورهای در حال توسعه از جمله ایران) استفاده بهینه از اراضی برای تأمین نیازهای جمعیت در حال رشد می‌باشد. منابع اراضی محدود و تخریب‌شونده هستند. از سوی دیگر شاهد بهره‌برداری نامناسب از اراضی و آثار سوء ناشی از این بهره‌برداری‌ها هستیم. این آثار همانند قطع جنگل‌ها، ویرانی مراتع، گسترش بیابان‌ها، فرسایش یا شور شدن اراضی کشاورزی در بخش وسیعی از دنیا و با شدت بیشتر در کشور ما مشاهده می‌شود. کشاورزی به‌منظور تأمین غذای جمعیت رو به رشد بشر می‌بایست علاوه بر قدرت تولید زیاد، پایداری درازمدت استفاده از اراضی و حفظ منابع اراضی را نیز مورد توجه قرار دهد. از این‌رو نیاز به یافتن شیوه‌ای جدید در توسعه کشاورزی که بر حفاظت منابع مربوط به کشاورزی استوار بوده و در عین حال روش‌ها و دانش اکولوژیکی نوین را نیز به خدمت بگیرد، ضروری می‌باشد (بهن و همکاران، 1992). یکی از مهم‌ترین مراحل ارزیابی فهرستی از منابع اراضی است که تحت عنوان پوشش و کاربری اراضی نامیده می‌شود. نقشه پوشش یا کاربری اراضی در تعریف و توصیف استفاده‌ها یا تیپ‌های بهره‌وری، همچنین در تفکیک واحدهای کاری و حتی در شناخت خاک‌ها، منابع آبی و انواع پوشش گیاهی قابل استفاده است (بیرا و سوپاران، 2001).

در صورتی که آب و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به‌طور کامل فراهم بوده و محیط رشد عاری از هر گونه علف‌هرز، آفت یا بیماری باشد سرعت رشد محصول توسط عوامل محیطی یعنی میزان تشعشع خورشیدی، درجه حرارت و غلظت  $CO_2$  و نیز خصوصیات گیاه یا رقم زراعی تعیین می‌شود، عملکرد در این شرایط به عملکرد بالقوه یا پتانسیل موسوم است. دستیابی به این سطح از عملکرد در شرایط مزرعه امکان‌پذیر نخواهد بود، زیرا مجموعه‌ای از عوامل محدودکننده شامل آب و مواد غذایی و عوامل کاهش‌دهنده شامل آفت، بیماری و علف‌هرز رشد را تحت تأثیر قرار داده و عملکرد واقعی به سطحی پایین‌تر از مقدار پتانسیل آن کاهش می‌یابد (ون ایترسوم و روبینگ، 1997). ایگلسیاز و همکاران (2000) برای به‌دست آوردن الگوی رشد محصول گندم در یک منطقه گندم‌خیز کشور اسپانیا با استفاده از متغیرهای دما، بارندگی 329 ایستگاه هواشناسی و داده‌های میزان تولید محصول استان‌ها، براساس تجزیه و تحلیل خوشه‌ای هفت منطقه کشاورزی- اقلیمی را تشخیص دادند. بازگیر و همکاران (2008) پیش-

بینی عملکرد گندم را با استفاده از شاخص‌های متفاوت هواشناسی کشاورزی، شاخص NDVI<sup>1</sup> در ناحیه هوشیارپور پنجاب هند برای سال‌های 2001-2002 و 2002-2003 انجام دادند. براساس بررسی ضرایب همبستگی، خطای معیار برآورد SEOE<sup>2</sup> و میزان انحراف نسبی RD<sup>3</sup> محاسبه شده از الگوهای مختلف آب و هوا و کشاورزی، بهترین زیر مجموعه‌ها هم‌چون حداقل دما، حداکثر دما و واحد-های نوری حرارتی تجمعی HTU<sup>4</sup> برای این ناحیه انتخاب شدند. برای افزایش دقت الگو، شاخص‌های یاد شده به همراه NDVI به‌عنوان متغیرهای مستقل برای برآورد عملکرد گندم در مرحله تولید مورد استفاده واقع شدند. نتایج مشخص کرد که این الگو 96 درصد تغییرات عملکرد گندم را در این ناحیه توضیح می‌دهد. نورود و همکاران (2000) در مورد کاشت گندم دیم در دشت‌های بزرگ ایالت کانزاس آمریکا مطالعاتی را انجام داد. آنان تأثیر پارامترهای اقلیمی را بر مناطق کشت گندم دیم مورد بررسی قرار داده و با تحلیل داده‌های اقلیمی نظیر بارندگی، دما، تبخیر و خاک، نواحی مناسب برای کشت گندم دیم را شناسایی کردند و به این نتیجه رسیدند که تبخیر و بارندگی نسبت به سایر عناصر اقلیمی، بیش‌ترین تأثیر را در طول مراحل رشد گندم دیم دارند. مشرقی و همکاران (2010) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به بررسی پتانسیل تناسب اراضی کشاورزی در جمهوری یمن پرداختند. آنان در این پژوهش، منطقه مورد مطالعه را براساس ویژگی‌های فیزیوگرافی و شرایط اقلیمی به 5 کلاس عالی (2 درصد)، خوب (19 درصد)، متوسط (41 درصد)، ضعیف (21 درصد) و خیلی ضعیف (17 درصد) طبقه‌بندی کرده و مهم‌ترین عوامل محدودکننده در تولید محصولات کشاورزی در منطقه مورد نظر را ویژگی‌های فیزیکی خاک به‌ویژه عمق خاک، بافت خاک، وضعیت زهکشی و مقدار بارندگی عنوان کردند. بهدانی و همکاران (2008) به پهنه‌بندی اکولوژیکی کشاورزی زعفران با استفاده از تکنیک GIS و تعیین عملکرد پتانسیل این محصول در استان خراسان پرداختند؛ آن‌ها در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که از 4 منطقه مورد مطالعه، شهرهای تربت حیدریه و گناباد واقع در بخش‌های شمالی و مرکزی کمر بند زعفران، به‌ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بوده‌اند. منحنی نرمال عملکرد، میزان تغییرات را از 7/76 الی 0/16 کیلوگرم در هکتار

<sup>1</sup> Normalised Difference Vegetation Index

<sup>2</sup> Standard Error Of Estimate

<sup>3</sup> Relative Deviation

<sup>4</sup> Heat Thermal Unit

ارزیابی تناسب اراضی حوزه گرگان‌رود (استان گلستان) جهت کشت گندم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

نشان دادند. براساس محاسبات روشن شد سن مزرعه، قسمت اعظم تغییرات عملکرد را بین مزارع مساحی شده توجیه می‌کند. در این پژوهش معلوم شد تاریخ آبیاری اول یک عامل کلیدی در دستیابی به عملکردهای بالا بوده و دقیقاً منطبق با رژیم دمایی منطقه است. نصیری محلاتی و کوچکی (2010) پهنه‌بندی آگرواکولوژیکی گندم در استان خراسان را بررسی کردند. در این تحقیق ریسک ناشی از داده‌های مدیریت در برآورد عملکرد پتانسیل گندم در استان‌های شمالی، رضوی و جنوبی با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که ریسک عملکرد گندم نسبت به تاریخ کاشت در سه استان مورد بررسی متفاوت است. در استان خراسان شمالی کاشت زودتر به‌میزان 15 روز نسبت به میانگین تاریخ توصیه شده ریسک عملکرد را کاهش داده در حالی که 30 روز تأخیر در کاشت باعث افزایش قابل توجه ریسک خواهد شد. در استان خراسان رضوی تاریخ کاشت فعلی در میانگین مطلوب بوده و کاشت زودتر نسبت به تاریخ توصیه شده ریسک عملکرد را افزایش می‌دهد. در استان خراسان جنوبی تاریخ کاشت توصیه شده باعث افزایش ریسک عملکرد شده و تاریخ کاشت تا 30 روز نسبت به میانگین تاریخ توصیه شده باعث ثبات عملکرد و کاهش ریسک خواهد شد. با توجه به یافته‌های این تحقیق، پایین بودن عملکرد پتانسیل گندم آبی به‌ویژه در استان خراسان جنوبی تا حد زیادی ناشی از روش‌های مدیریت بوده و بهبود این روش‌ها از جمله تنظیم تاریخ کاشت باعث افزایش عملکرد پتانسیل توأم با ریسک کمتر خواهد شد. زو و همکاران (2009) در ناحیه زراعی مورمبجی استرالیا با استفاده از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و تکنیک‌های GIS بر مبنای آمار بلندمدت چهار متغیر اقلیمی شامل میانگین بارش سالانه، میانگین تبخیر و تعرق سالانه، میانگین سالانه درجه روزهای رشد (GDD) و میانگین دمای روزانه با استفاده از درون‌یابی مکانی دو ناحیه اقلیمی و سه ناحیه هیدروترمال تشخیص دادند. سیکات و همکاران (2005) با استفاده از منطق فازی در برنامه GIS تناسب و اولویت‌سنجی اراضی را برای کاربری‌های مختلف در منطقه آندراپراداش هند الگوسازی کردند. بادینی و همکاران (1997) با استفاده از الگوسازی و GIS اقدام به تعیین آگروکلیماتیک مناطق مختلف بورکینافاسو از نظر کشت ارزن نمودند. در این مطالعه هدف بررسی محدودیت آبی کشت ارزن در بورکینافاسو بود. یک الگوی گیاهی که براساس رشد روزانه طراحی شده بود، برای شبیه‌سازی مؤلفه‌های ذخایر آب، خاک و پتانسیل تولید ارزن، از نظر زمانی و مکانی، از طریق پیوند الگو به پایگاه

داده‌ها<sup>5</sup> که شامل اطلاعات خاک و اطلاعات بلندمدت هواشناسی بود، بهره‌برداری و در مدیریت نتایج از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی استفاده گردید. نتایج الگوسازی محصول که با استفاده از دو شاخص آگروکلیمایی یعنی ضریب خشکی<sup>6</sup> و ضریب استرس رطوبتی<sup>7</sup> محصول که نشان‌دهنده محدودیت محیطی رطوبت می‌باشند، صورت گرفت و در پایان با کمک GIS مناطق دسته‌بندی و نقشه مربوطه استخراج گردید. براساس این نقشه کاهش تولید ارزن از ناحیه جنوبی کشور به سمت شمال و در تناسب با خطوط بارندگی و نوع خاک، مشاهده گردید. لنداو و همکاران (2000) به اثرات منفی بارش در طول گل‌دهی و پر شدن دانه پرداختند. در این بررسی به خطر یخبندان‌های بهاری، اثر مثبت درجه حرارت در دوره پر شدن دانه و نیز اثر مثبت تابش در طول دوره گل‌دهی پرداختند و با توجه به عملکرد گندم زمستانه در انگلستان یک الگوی جدید برای اثرات شرایط جوی بر عملکرد بیان کردند. اونال و همکاران (2003) در ترکیه برای انجام منطقه‌بندی اقلیمی بعد از استاندارد کردن داده‌های 113 ایستگاه هواشناسی شامل دماهای میانگین، میانگین حداکثر، میانگین حداقل و بارندگی بین سال‌های 1951-1998 از پنج فن تجزیه و تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی استفاده کردند و در نهایت با استفاده از روش Ward هفت منطقه اقلیمی را تشخیص دادند. باگات و همکاران (2009) در ایالت هیمچال پرادش هند با کاربست رهیافت سیستم اطلاعات جغرافیایی به پهنه‌بندی اراضی دارای پتانسیل کشت غلات (گندم - جو - ذرت و برنج) پرداختند. در این پژوهش مشخص شد که نواحی واجد توانمندی کشت گندم معادل 410 هزار هکتار است، در حالی که عملاً سطح زیرکشت این محصول در این ایالت 360 هزار هکتار می‌باشد، بنابراین افزایش 13 درصدی در سطح زیرکشت این محصول قابل انتظار است. به‌طور مشابه این رقم در مورد محصولات جو و برنج به ترتیب 384 و 22 هزار هکتار برآورد شد. بر عکس سطح زیرکشت ذرت به میزان 10 درصد (معادل 31 هزار هکتار) بیش از آنچه مناسب کشت این محصول بود تشخیص داده شد. ویرون سانتیه‌گو (2004) براساس مقادیر بارش منطقه‌ی کشت گندم پامپاس را به 5 ناحیه تقسیم نموده است. ویشر (1995) براساس مطالعه شرایط محیطی و تولید محصول، 8 منطقه را در دنیا مشخص کرده است. کارلوس و همکاران (2005) پهنه‌بندی اقلیمی کشاورزی را برای محصول برنج با استفاده از داده‌های ایستگاه سینوپتیک انجام دادند. با محاسبه میزان

<sup>5</sup> Data Base

<sup>6</sup> Aridity index

<sup>7</sup> Crop Water Stress Index

ارزیابی تناسب اراضی حوزه گرگان رود (استان گلستان) جهت کشت گندم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

بیوماس محصول و به دست آوردن شاخص‌های اقتصادی سال‌های 1999 تا 2004 اقدام به ارزیابی اقتصادی هر پهنه نمودند و میزان سوددهی را برای هر ناحیه به دست آوردند.

## مواد و روش‌ها

حوزه‌ی مورد بررسی حوزه‌ی گرگان‌رود شمالی و جنوبی در استان گلستان بود. این حوزه بین 54/05 تا 54/74 درجه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و 36/83 تا 36/86 درجه عرض شمالی از خط استوا قرار دارد. میانگین ارتفاع منطقه 365 متر، حداقل ارتفاع 33- متر و حداکثر آن 763 متر از سطح دریا می‌باشد. اطلاعات شامل الگوی رقومی ارتفاع با مقیاس 1:250000 و کیفیت 20 متر و داده‌های بلندمدت هواشناسی مربوط به ایستگاه‌های فعال سینوپتیک استان (7 ایستگاه سینوپتیک) از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد. در این بررسی نقشه‌های عوامل توپوگرافی با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی با کیفیت 20 متر تهیه شدند. پارامتر بارش در گندم دیم به عنوان عامل تعیین‌کننده توانمندی محصول می‌باشد. برای شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی با استفاده از رابطه رگرسیونی بین دمای حداقل، دمای حداکثر، متوسط دما و بارش به عنوان پارامترهای مستقل و مختصات ایستگاه‌های هواشناسی بر اساس طول و عرض جغرافیایی و بر اساس مختصات X و Y در سیستم متریک به عنوان پارامتر وابسته الگوها استخراج شده و الگوی بارش مناسب‌تر برگزیده شد. سپس از الگوها در محیط GIS استفاده شد و نقشه‌های اقلیمی با استفاده از فنون آمار سلولی و با توجه به طول فصل رشد گندم (7 ماه) به دست آمد و میانگین متغیرهای دمای حداقل، دمای حداکثر و متوسط دما و همچنین مجموع متغیر بارش محاسبه و لایه‌ها طبقه‌بندی شدند.

برای رتبه‌بندی عوامل مورد مطالعه از روش‌های متفاوتی می‌توان بهره گرفت که در میان آن‌ها، تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به عنوان ابزار تصمیم‌گیری قدرتمند، نوین و علمی جهت دستیابی به این هدف به شمار می‌آید و به دلیل توانایی و قابلیت بالا، سادگی و قابل فهم بودن و همچنین قابلیت به کارگیری هم‌زمان معیارهای کمی و کیفی برای ارزیابی معیارهای مؤثر در فرآیند تصمیم‌گیری روش مناسب و کاربردی است. در تحلیل شاخص سازگاری می‌توان گفت چنانچه این مقدار کمتر از 0/1 باشد مقایسه‌ها از سازگاری قابل قبولی برخوردار است، در غیر این صورت باید در مقایسه‌ها تجدیدنظر به عمل آورد. نقشه نهایی از هم‌پوشانی وزنی لایه‌ها به دست آمد. در نهایت تناسب اراضی برای کشت گندم دیم و آبی ارزیابی شد. عملکرد واقعی گندم در حوزه، از آمار بلندمدت 23 سال اخیر وزارت جهاد کشاورزی به دست آمد. میانگین عملکرد برای اراضی دیم و آبی در استان محاسبه و با استفاده از روش کلاسیک فاصله وزنی معکوس (IDW) عملکرد در حوزه درون‌یابی شد. سپس به دو کلاسه بالاتر

و پایین‌تر از میانگین عملکرد استان طبقه‌بندی گردید و مساحت برای هر یک محاسبه شد. برای مقایسه عملکرد پیش‌بینی شده و واقعی از رگرسیون خطی در صفحه گسترده EXCEL استفاده شد و دقت روش درون‌یابی IDW سنجیده شد.

با توجه به این‌که شوری خاک نیز یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده کشت محصولات است، به منظور روشن شدن وضعیت شوری اراضی از نقشه رستری شوری استفاده شد. نقشه شوری برای اراضی دیم و آبی در سه کلاس شوری کم (کمتر از 6 دسی‌زیمنس)، متوسط (6-14 دسی‌زیمنس) و زیاد (بیشتر از 14 دسی‌زیمنس) طبقه‌بندی شد و مساحت هر یک از کلاس‌ها محاسبه و با عملکرد مناسب محصولات مقایسه شد. میزان EC بیشتر از 6 دسی‌زیمنس موجب کاهش 50 درصدی عملکرد در گندم و EC بیشتر از 14 دسی‌زیمنس علاوه بر کاهش عملکرد، کاهش 50 درصدی جوانه‌زنی را موجب می‌گردد (کافی و همکاران، 2003).

### نتایج

نتایج مندرج در جدول 1 نشان می‌دهد که بین عوامل اقلیمی و توپوگرافی مؤثر بر کشت گندم دیم و آبی، نقش عوامل اقلیمی بیشتر است، به طوری که وزن مجموع عوامل اقلیمی مؤثر بر کشت گندم معادل 0/95 و وزن مجموع عوامل توپوگرافی معادل 0/05 نشان داده شد. از میان عوامل اقلیمی مورد بررسی، بارش در گندم دیم و دمای حداقل و حداکثر در گندم آبی بیشترین اهمیت را دارد. این نتایج با توجه به نرخ سازگاری قابل قبول از آزمون تحلیل سلسله مراتبی به دست آمده است.

جدول 1- اوزان محاسبه شده برای عوامل متفاوت مؤثر بر تناسب اراضی در آزمون تحلیل سلسله مراتبی گندم

محصول	بارندگی	دمای حداقل	دمای حداکثر	متوسط دما	شیب	جهت شیب	نرخ سازگاری
گندم دیم	0/59	0/15	0/15	0/06	0/03	0/02	0/09
گندم آبی	0/07	0/34	0/34	0/34	0/03	0/02	0/09

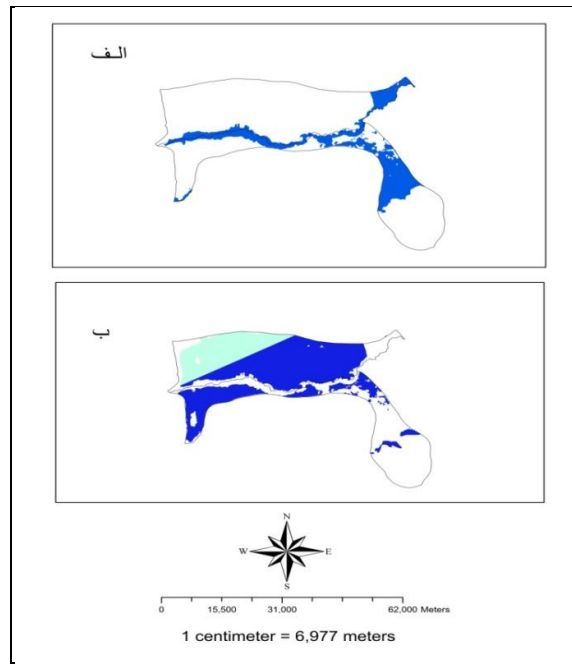


ارزیابی تناسب اراضی حوزه گرگان رود (استان گلستان) جهت کشت گندم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

جدول 2- نتیجه ارزیابی براساس عوامل اقلیمی و توپوگرافی

محصول	سطح واقعی (هکتار)	سطح کاملاً مناسب (هکتار)	سطح مناسب (هکتار)	سطح نسبتاً مناسب (هکتار)	سطح کاملاً مناسب (درصد)	سطح مناسب (درصد)	سطح نسبتاً مناسب (درصد)
گندم دیم	84488	-----	62289	22199	-----	74	26
گندم آبی	25360	25360	-----	-----	100	-----	-----

براساس اطلاعات مندرج در جدول دو، 74 درصد اراضی از نظر پارامترهای اقلیمی و توپوگرافی مناسب کشت و 26 درصد اراضی نسبتاً مناسب می‌باشند، که به ترتیب سطوح 62289 و 22199 هکتار را به خود اختصاص داده است و کل اراضی آبی با سطحی معادل 25360 هکتار از نظر عوامل اقلیمی و توپوگرافی کاملاً مناسب دیده شدند. مناطق مستعد کشت گندم دیم و آبی شامل مناطقی در نظر گرفته شد که دمای حداقل، حداکثر و متوسط دما به ترتیب 8-19، 8-15، 8-14 درجه سانتی‌گراد باشد و بارش 199-416 میلی‌متر به دو طبقه کم‌تر و بیش‌تر از 250 تقسیم شد که طبقه دوم برای کشت گندم دیم مناسب می‌باشد و از آنجایی که در گندم آبی آبیاری انجام می‌شود، بارش محدود‌کننده نیست. از نظر عوامل توپوگرافی، شیب به 4 طبقه <8، 8-12، 12-15 و >15 تقسیم که 2 طبقه اول مناسب کشت در نظر گرفته شد. جهت شیب نیز به 4 طبقه شمالی، جنوبی، شرقی و غربی تقسیم و جهت‌های جنوبی و شرقی مناسب کشت گندم می‌باشند. در نهایت با تلفیق لایه‌های موردنظر در کشت گندم دیم و آبی، نقشه نهایی، که پهنه‌بندی منطقه برای تولید گندم دیم و آبی بود، تهیه شد (شکل 1).



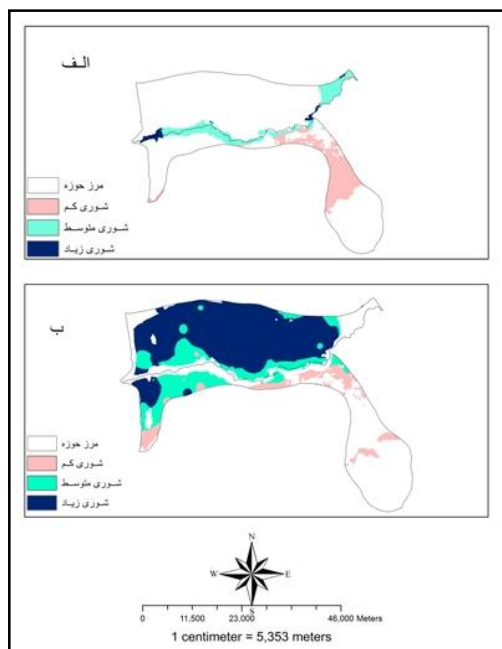
شکل 1- نقشه تناسب اراضی گندم آبی (الف) و دیم (ب) برای حوزه گرگان‌رود در استان گلستان

بررسی نقشه شوری نشان داد که سطوح با شوری کم (کمتر از 6 دسی‌زیمنس)، متوسط (6 تا 14 دسی‌زیمنس) و زیاد (بیشتر از 14 دسی‌زیمنس) به ترتیب در اراضی دیم مساحتی معادل 8189، 20550، 55572 هکتار را به خود اختصاص داده و این نشان‌دهنده این است که 66 درصد اراضی دیم (48 درصد شهرستان بندرترکمن و 18 درصد شهرستان آق‌قلا) با شوری بیشتر از 14 دسی‌زیمنس با کاهش عملکرد و جوانه‌زنی روبه‌رو هستند. 17 و 7 درصد اراضی دیم شهرستان بندرترکمن و آق‌قلا دارای شوری متوسط بوده و کاهش 50 درصدی عملکرد را در گندم موجب می‌شود و تنها 10 درصد اراضی دیم، شامل 3، 5 و 2 درصد شهرستان‌های بندرترکمن، آق‌قلا و گرگان دارای شوری کمتر از آستانه گندم (کمتر از 6 دسی‌زیمنس) می‌باشند و جهت کشت مناسب هستند. همچنین اراضی آبی با

ارزیابی تناسب اراضی حوزه گرگان رود (استان گلستان) جهت کشت گندم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

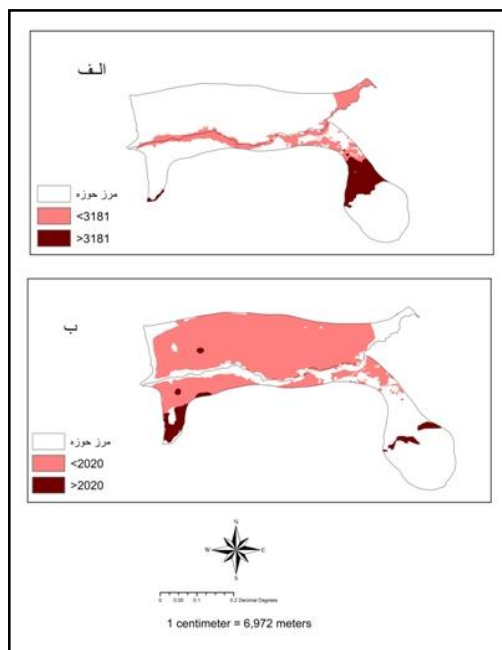
شوری کم، متوسط و زیاد به مساحت 13360، 10520 و 1461 هکتار تخمین زده شد. 52 درصد نواحی در اراضی آبی (2، 15 و 35 درصد شهرستان‌های بندرترکمن، آق‌قلا و گرگان) با EC کمتر از 6 دسی‌زیمنس دارای شرایط کاملاً مناسب جهت کشت هستند و 42 درصد اراضی با شوری متوسط (22 درصد شهرستان بندرترکمن و 20 درصد شهرستان آق‌قلا) با کاهش عملکرد و 6 درصد اراضی (4 و 2 درصد شهرستان‌های بندرترکمن و آق‌قلا) افزون بر بر کاهش عملکرد، با کاهش جوانه‌زنی روبه‌رو هستند (شکل 2).

میانگین بلندمدت عملکرد استان گلستان برای گندم دیم و گندم آبی به ترتیب معادل 2020 و 3181 کیلوگرم در هکتار بود. حوزه‌ی موردنظر به مناطق با عملکرد بالاتر و پایین‌تر از میانگین استان طبقه‌بندی شد. مقایسه اراضی براساس میزان عملکرد واقعی و پتانسیل بالقوه عملکرد نشان داد که در 93 درصد اراضی زیر کشت گندم دیم و 66 درصد اراضی زیر کشت گندم آبی که به ترتیب مساحتی معادل 79620 و 17002 هکتار دارند پتانسیل تولید حاصل نمی‌شود و کشاورزان نباید انتظار عملکرد بالاتر از میانگین استان را داشته باشند. نواحی واجد پتانسیل که می‌توانند به‌طور موفقیت‌آمیزی به کشت گندم دیم و آبی اختصاص پیدا کنند مساحتی معادل 5157 و 8512 هکتار دارند که به ترتیب معادل 7 درصد و 34 درصد کل اراضی است (شکل 3). در 4879 هکتار از اراضی آبی (3817، 133 و 929 هکتار شهرستان‌های آق‌قلا، بندرترکمن و گرگان) و 5078 هکتار از اراضی دیم (4089، 822 و 167 هکتار شهرستان‌های آق‌قلا، بندرترکمن و گرگان) با وجود مطلوب بودن شوری (شوری پایین‌تر از میزان آستانه) عملکردی پایین‌تر از میانگین استان دارند که علت آن مدیریت ضعیف زارعین منطقه است و این امر لزوم بازنگری در گزینه‌های مدیریتی را اثبات می‌کند.



شکل 2- نقشه شوری اراضی آبی (الف) و دیم (ب) برای حوزه گرگان‌رود در استان گلستان

ارزیابی تناسب اراضی حوزه گرگان رود (استان گلستان) جهت کشت گندم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)



شکل 3- نقشه عملکرد اراضی آبی (الف) و دیم (ب) برای حوزه گرگان رود در استان گلستان

### بحث

گام اولیه در طراحی الگوی کشت در خاک‌های شور، انتخاب یک گونه زراعی است که تحمل آن به شوری چنان باشد که به خوبی در این خاک‌ها رشد کند. گندم جزء گیاهان نیمه متحمل به شوری طبقه‌بندی شده است که آستانه شوری آن، 6 دسی‌زیمنس است. یافته‌های این تحقیق نشان داد که روش کلاسیک فاصله وزنی معکوس (IDW)، روش مناسبی برای پیش‌بینی عملکرد گندم می‌باشد و از این راه می‌توان نقاط مستعد کشت گندم را در حوزه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار داد. در این مطالعه عملکرد واقعی گندم دیم و آبی حوزه گرگان رود برآورد گردید. با توجه به نتایج، میزان EC بالا در اراضی، عمده‌ترین عامل کاهش عملکرد تا میزان کمتر از میانگین عملکرد استان بوده است. تنها 10 و 52 درصد اراضی دیم و آبی از جهت شوری مناسب کشت (دارای EC کمتر از 6 دسی‌زیمنس) هستند.

نتایج بیانگر آن است که در حوزه مورد مطالعه به‌ندرت منطقه‌ای یافت می‌شود که برای تولید بالقوه گندم دیم مناسب باشد. 93 و 66 درصد اراضی دیم و آبی تولید پایین‌تر از میانگین استان را دارند و این نشان‌دهنده آن است که شوری عامل تأثیرگذاری در این منطقه است. علت عمده شوری در این منطقه بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی می‌باشد. با مشخص کردن مناطق مستعد کشت و محدودیت‌های هر منطقه و توصیه‌های لازم، در عمل می‌توان زمینه‌های افزایش عملکرد محصول و استفاده بهینه از شرایط را فراهم نمود. این امر برنامه‌ریزی مناسب در حیطه کشاورزی استان را میسر خواهد ساخت. بنابراین کشت گیاهان مقاوم و نیمه‌مقاوم در بخش‌هایی که با مشکل شوری مواجه هستند و شناسایی عوامل مؤثر بر شور شدن زمین‌های زراعی و جلوگیری از افزایش روند شور شدن در شهرستان آق‌قلا و بندرترکمن و انجام عملیات اصلاحی لازم در اراضی شور می‌شود. با توجه به شکل سه، 97 درصد حوزه‌ی مورد مطالعه دارای شیب کمتر از 12 درصد و کاملاً از این نظر مناسب کشت گندم می‌باشد. همچنین ارتفاع مناسب برای کشت گندم تا ارتفاع 2500 متری است، در حالی که محدوده‌ی ارتفاع در این حوزه 33- تا 763 بوده است. از نظر دمایی حداقل دما برای جوانه‌زنی گندم 3/5 تا 5/5 بوده و حداکثر دما برای رشد گندم 35-40 درجه است، در حالی که در این منطقه دمای حداقل 8-10 و دمای حداکثر 19-15 درجه سانتی‌گراد برآورد شد. بنابراین در حوزه‌ی مورد مطالعه محدودیتی از جهت ارتفاع و دما وجود ندارد. از نظر بارش 73 درصد حوزه دارای 250-400 میلی‌متر بارش بوده که جهت کشت گندم دیم و آبی مناسب می‌باشد و تنها 5 درصد با بارش زیر 250 میلی‌متر و 22 درصد با بارش بالاتر از 400 میلی‌متر برآورد گردید.

به‌منظور برآورد سطوح واقعی زیرکشت گندم در حوزه، از آمار بلندمدت (شهرستان گرگان و بندرترکمن 23 سال و آق‌قلا 11 سال) وزارت جهاد کشاورزی استفاده شد. پتانسیل سطح زیرکشت کل اراضی دیم و آبی به‌ترتیب 84488 و 25360 هکتار (77 و 23 درصد از کل اراضی) برآورد شد. پتانسیل کل اراضی آبی از نظر عوامل اقلیمی کاملاً مناسب و اراضی دیم به دو بخش مناسب و نسبتاً مناسب با مساحت 62289 هکتار (74 درصد) و 22199 هکتار (26 درصد) برای کشت گندم تقسیم شدند، در حالی که میانگین سطوح واقعی زیرکشت گندم دیم و آبی در حوزه به‌ترتیب 45062 و 51799 هکتار (42 و 48 درصد از کل اراضی) می‌باشد. بنابراین سطح واقعی زیرکشت گندم دیم تنها 54 درصد پتانسیل در حوزه را شامل می‌شود که به‌دلیل هم‌پوشانی زمان کشت گندم و کلزا، 10 درصد

ارزیابی تناسب اراضی حوزه گرگان رود (استان گلستان) جهت کشت گندم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

که معادل 7345 هکتار است به کشت کلزا اختصاص می‌یابد. پتانسیل سطح زیر کشت گندم آبی 23 درصد از کل اراضی بوده در حالی که 25 درصد (26439 هکتار) سطح زیر کشت گندم آبی از کل اراضی حوزه در نواحی که پتانسیل کشت گندم آبی را ندارند، کشت می‌شود (جدول 3).

جدول 3- نتیجه ارزیابی بر اساس عوامل اقلیمی و توپوگرافی

محصول	سطح واقعی (هکتار)	سطح مناسب (هکتار)	سطح مناسب از کل اراضی (درصد)
گندم دیم	45062	84488	42
گندم آبی	51799	25360	48

مقایسه سطوح واقعی و سطوح واجد توانمندی کشت گندم دیم و گندم آبی در شهرستان آق‌قلا نشان داد که 20 و 23 درصد کل اراضی، زیر کشت (به ترتیب سطوحی معادل 21356 و 24815 هکتار) هستند، در حالی که پتانسیل تولید گندم دیم و آبی 22 و 8/6 درصد (به ترتیب سطوحی معادل 24257 و 9354 هکتار) می‌باشد این بدان معنی است که افزایش دو درصدی در سطح زیر کشت این محصول قابل انتظار است و گندم آبی در شهرستان آق‌قلا در 14/4 درصد اراضی که واجد توانمندی تولید نیستند، کشت می‌شود. مقایسه مشابه برای شهرستان بندر ترکمن و گرگان برای گندم دیم، گندم آبی نشان داد که افزایش 14 درصدی و 3/3 درصدی سطح زیر کشت گندم دیم و گندم آبی در شهرستان بندر ترکمن قابل انتظار است در حالی که 8 درصد و 13/9 درصد اراضی دیم و آبی شهرستان گرگان واجد پتانسیل تولید نیستند (جدول 4 و 5، شکل 4 و 5).

جدول 4- نتیجه ارزیابی بر اساس عوامل اقلیمی و توپوگرافی به تفکیک شهرستان‌ها

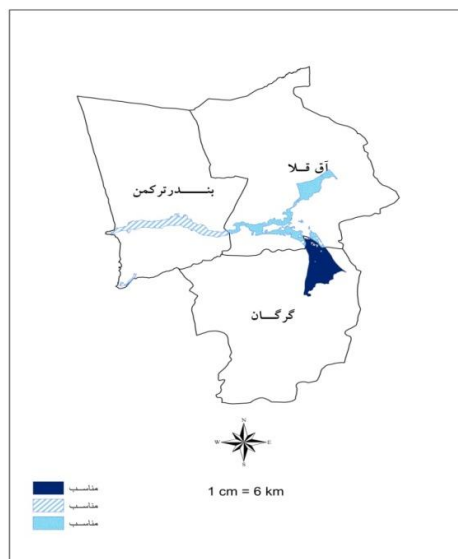
گندم آبی				
شهرستان	سطح واقعی (هکتار)	سطح مناسب (هکتار)	سطح واقعی از کل اراضی (درصد)	سطح مناسب از کل اراضی (درصد)
آق‌قلا	24815	9354	23	8/6
بندر ترکمن	3361	6898	3	6/3
گرگان	23623	9108	22	8/1

جدول 5- نتیجه ارزیابی بر اساس عوامل اقلیمی و توپوگرافی به تفکیک شهرستان‌ها

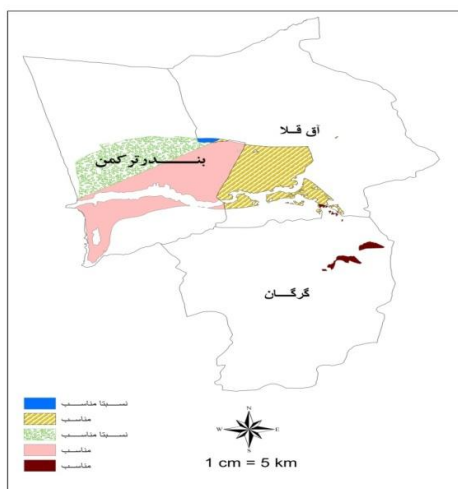
گندم دیم						
شهرستان	سطح واقعی (هکتار)	سطح مناسب (هکتار)	سطح نسبتاً مناسب (هکتار)	سطح واقعی از کل اراضی (درصد)	سطح مناسب از کل اراضی (درصد)	سطح نسبتاً مناسب از کل اراضی (درصد)
آق‌قلا	21356	23802	455	20	21/6	0/4
بندر ترکمن	12907	36662	21746	12	33	19
گرگان	10799	1823	----	10	2	----



ارزیابی تناسب اراضی حوزه گرگان رود (استان گلستان) جهت کشت گندم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)



شکل 4- نقشه تناسب اراضی گندم آبی به تفکیک شهرستان ها در استان گلستان



شکل 5- نقشه تناسب اراضی گندم دیم به تفکیک شهرستان‌ها در استان گلستان

منابع

- 1- Badini, O., Stocle, C.O. and Franz, E.H. 1997. Application of Crop Simulation Modeling and GIS to Agro Climatic Assessment in BurkinaFaso. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 64(3): 233-244.
- 2- Bagat, M.R., Sharda, S., Sood, C., Rana, R.S., Kalia, V., Pradhan, S., Immerzeel, W. and Shrestha, B. 2009. Land Suitability Analysis for Cereal Production in Himachal Pradesh (India) using Geographical Information System. *J: Indian Soc. Remote Sens.* 37: 233-240.
- 3- Bazgeer, S., Mahey, R.K., Sidhu, S., Sharma, P.K., Sood, A., Noorian, A.M. and Kamali, G.H. 2008. Wheat yield prediction using remotely sensed grommet trend- based models for Hoshiarpur district of Punjab, India. *Journal of applied sciences*. 8(3): 510-515.
- 4- Behdani, M.A., Koocheki, A., Rezvani, P. and Jami Alahmadi, M. 2008. Agroecological zoning and potential yield of saffron in Khorasan-Iran. *Journal of Biological Science*. 8(2): 298-305.
- 5- Bera, J. and Suparn, P. 2001. A remote sensing and GIS based application 17<sup>th</sup> World Congress of Soil Science, Thailand, Paper No. 579.
- 6- Bhan, S.K., Saha, S.K., Pande, L.M. and Prasad, J. 1992. Use of Remote Sensing and GIS Technology in Sustainable Agricultural Management and Development. Indian Institute of Remote Sensing, NRSA DEHRADUN-248001, India. 10.
- 7- Carlos, M.F., Carlos, S., Lannac, A.C. and Freitas, J.A. 2005. Wanderer Conference on International Agricultural Research for Development, October 11-13.
- 8- Fischer, G., Shah, M. and Van Velthuisen, H. 2001. Global agro-ecological assessment for agriculture in the 21<sup>st</sup> Century. IIASA and FAO Publication, International Institute for Applied Systems Analysis, Schlossplatz 1, Laxenburg, Austria, 1-44.
- 9- Fisher, G., Velthuisen, H., Shah, M. and Nachtergaele, F. 2002. Global Agro-ecological Assessment for Agriculture in 21<sup>st</sup> century Methodology and Results, International Institute for Applied System Analysis Laxenburg, Austria & Food and Agriculture Organization of the United Nations Viale delle Terme dicaracalla Rome, Italy.
- 10- Iglesias, A., Rosenzweig, C. and Pereira, D. 2000. Agricultural impacts of climate change in Spain: Developing tools for a spatial analysis, *Global Environmental Change*. 10:69-80.
- 11- Kafi, M., Kamkar, B. and Mahdavi Dameghani, A. 2003. Crop

Response to Growth Environment. Ferdowsi Mashhad University Press. First Edition. 300pp. (Translated in Persian).

12- Landau, S., Mitchell, R.A.C., Barnett, V., Colls, J.J., Craigon, J. and Payne, R.W. 2000. A Parsimonious, Multiple-regression model of Wheat yield response to environment. *Agric for Meteorology*. 101: 151-166.

13- Mashreki, M.H., Juhari, B.M.A., Sahibian, A.R., Kadderi, M.D. and Zufahmi, A.R. 2010. Remote Sensing and GIS Application for Assessment of Land Suitability Potential for Agriculture in the IBB in the Governorate, the Republic of Yemen. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 13(23): 1116-1128.

14- Nassiri mahalati, M. and Kouchaki, A. 2010. Agroecology zoning Khorasan wheat (Risk analysis). *Iranian Journal of Field Crops Research*. 8(2): 298-307.

15- Norwood, C. 2000. A dry land winter Wheat as affected by previous crop. *Agronomy Journal*. 92(1): 108-115.

16- Sicat, R.S., Carranza, E.M. and Nidumola, U.B. 2005. Fuzzy modeling of farmer's knowledge for land suitability classification. *Agriculture Systems*. 83: 49-75. Available online: [www.Elsevier.Com](http://www.Elsevier.Com).

17- Unal, Y., Kindap, T. and Karacab, M. 2003. Redefining The climate zones of Turkey using cluster analysis, *Int. J. Climatol*. 23: 1045-1055.

18- Van Ittersum, M.K. and Rabbinge, R. 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. *Field Crops Research*. 52: 197-208.

19- Veron Santiago, R. 2004. International Variability of Wheat Yield in the Navigating Pampas during the 20<sup>th</sup> Century. *Agricultural Ecosystem and Environment*. 103: 94-112.

20- Visher, S. 1955. Comparative Agriculture Potential Of the World Regions, *Ecom. Geography*. 31: 12-86.

21- Zhou, D., Khan, S., Abbas, A., Rana, T., Zhang, H. and Chen, Y. 2009. Climatic regionalization mapping of the Murrumbidgee Irrigation Area, Australia, *Progress in Natural Science*. 19(12): 1773-1779.