مجله کشاورزی بوم‌شناختی (۲) ۳ (۱۳۹۲) ۴۷- ۳۵

بررسی و ارایه الگوی کشت بهینه در دیم‌زارهای استان آذربایجان شرقی

شهریار دشتی[۱،*]، ایرج اله‌دادی[۲]، حمید ایران‌نژاد[۲]، غلامعلی اکبری[۲]، سید محمودرضا بهبهانی[۳]، محمد هادی نظری‌فر[۳] و عبدالعلی غفاری[۴]

[۱]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

[۲]گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

[۳]گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

[۴]مرکز تحقیقات دیم کشور، مراغه، ایران.

[*]نویسنده مسئول: shdashti@maragheh.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۱۶

دشتی، ش.، ا. اله‌دادی، ح. ایران‌نژاد، غ. ع. اکبری، س. م. ر. بهبهانی، م. ه. نظری‌فر و ع. غفاری. ۱۳۹۲. بررسی و ارایه الگوی کشت بهینه در دیم‌زارهای استان آذربایجان شرقی. مجله کشاورزی بوم شناختی. ۳ (۲): ۴۷- ۳۵.

چکیده

برنامه‌ریزی دقیق تولید، مستلزم برآورد مناسب عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی است. به‌این ترتیب می‌توان برای گسترش یا کاهش کشت یک گیاه زراعی یا دیگر برنامه‌ریزی‌های مرتبط با نظام‌های کشت و تولید در سطوح کلان به نوعی پیش‌آگاهی دست یافت. به‌منظور بررسی الگوی کشت بهینه در استان آذربایجان‌شرقی، قابلیت (پتانسیل) تولید گیاهان زراعی گندم، جو، نخود و گلرنگ بر پایه تجزیه و تحلیلِ عرضه و تقاضای منابع، مورد ارزیابی قرار گرفت. قابلیت تولید از مدل ارایه شده توسط سازمان خوار و بار کشاورزی (فائو) محاسبه شد. در این روش فرض براین است که رقم، پر محصول می‌باشد و محدودیت‌های آب، خاک، آفات و بیماری‌ها وجود ندارد. برای تشکیل لایه‌های اطلاعاتی از روش معین IDW و روش زمین‌آماری کریجینگ استفاده شد. پهنه‌بندی قابلیت (پتانسیل) تولید با همپوشانی لایه-های حاصل در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی صورت گرفت. اعتبار مدل با خطای مربع میانگین ریشه و شاخص توافق ویلموت سنجیده شد. مقادیر برآورد شده در مورد گندم و جو (R^2=۰/۷۱) از مقدار حقیقی اندکی کمتر و در مورد نخود و گلرنگ ($R^2\cong$۰/۵۰) کمی بالاتر بودند، اما منطقه مورد بررسی برای هر چهار گیاه زراعی ظرفیت تولید قابل قبولی داشت. اراضی استان، برای کشت گندم و جو دیم نیز دارای تناسب نسبی بود. شرایط برای کشت نخود کمی مناسب تشخیص داده شد و اراضی نامناسب برای کشت گلرنگ در بالاترین حد قرار داشت. پتانسیل تولید گندم و جو در بیشتر مناطق توانایی متوسط به بالا نشان داد. نخود در شمال شرق استان توان تولید بالاتری داشت و گلرنگ این وضعیت را در غرب و شمال‌غرب استان نشان داد. نگرش بهره‌وری خاص برای هر گیاه و عام برای همه گیاهان و برای پیش فرض (سناریو) های مختلف الگوی کشت محاسبه شد و بر پایه آن الگوی کشت مناسب تعیین شد. نگرش بهره‌وری عام محاسبه شده نشان‌داد، الگوی کشت جو- نخود-گلرنگ دارای بالاترین میزان بوده و پس از آن ترکیب‌های گندم- نخود و جو- نخود در اولویت قرار داشتند.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، زمین‌آمار، قابلیت عملکرد، نگرش بهره‌وری خاص و عام.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

در سراسر جهان، یافتن الگوی کشت مناسب برای محدوده‌ای از بوم نظام (اکوسیستم) های کشاورزی همواره چالش بزرگی برای محققان و سیاست‌گذاران توسعه این بخش از فعالیت‌های اقتصادی بوده و همگان تلاش همه جانبه‌ای در این زمینه به‌کار بسته‌اند. درشرایط موجود، زیرساخت کشت گیاهان زراعی به‌دلیل نبود برنامه‌ریزی-های مدون و منسجم، تکامل نیافته و تولید محصولات کشاورزی با هزینه‌های بالایی صورت می‌پذیرد (Khoshbazm and Shalforooshan, 2009). بنابر تکالیف برنامه چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق سال ۱۴۰۴ بر بهره‌مندی آحاد جامعه ایرانی از امنیت غذایی و محیط زیست مطلوب که پایه‌های اصلی آن را منابع طبیعی تجدید شونده (جنگل ها، مراتع، بیابان‌ها و منابع آبی) کشور تشکیل می‌دهند تأکید شده‌است. از موارد یاد شده در این سند "حمایت از تولید محصولات کشاورزی با اولویت رعایت الگوی کشت بهینه ملی ـ منطقه‌ای" می‌باشد (Anonymous, 2012). بنابراین ضرورت برنامه‌ریزی کشت و ارایه راهنمای عملی مناسب تولید محصولات کشاورزی در مناطق مختلف کشور بسیار محسوس است.

الگوی بهینه کشت برنامه‌ای است که با هدف مدیریت بهینه‌ی ترکیب مکانی گیاه تدوین می‌شود. این برنامه با توجه به فرصت‌ها و تهدیدهای اکوفیزیولوژیکی، عامل‌های تولید، مسائل اقتصادی، عامل‌های فرهنگی و اجتماعی، فنا وری (تکنولوژی)های نوین و غیره، طراحی می‌شود. طراحی و اجرای الگوی بهینه کشت سال‌هاست که در بسیاری از کشورهای جهان به‌کار گرفته شده و به کمک آن بسیاری از نارسایی‌های تولید محصولات زراعی، باغی و مرتعی مرتفع شده است.

الگویی که کارشناسان فنی بر پایه شرایط اقلیمی، وضعیت آب و خاک، آفات و بیماری‌ها، رعایت تناوب‌زراعی و دیگر مسایل فنی ارایه می‌دهند برای رسیدن به توسعه پایدار بخش کشاورزی اجتناب‌ناپذیر است. در این الگو، کشاورز دستیابی به بیشینه درآمد ممکن را در دستور کار خویش قرار می‌دهد، هرچند در پاره‌ای از موارد به دلیل نوسانات قیمت‌ها به آن دست نمی‌یابد، اما به هر حال انگیزه‌های اقتصادی پیش‌شرط قبول هرگونه برنامه کشت از سوی کشاورز خواهد بود و باید در یک الگوی کشت جامع درحد امکان مدنظر برنامه‌ریزان قرار گیرد. در برنامه‌ریزی برای الگوی کشت، پنداشت این است که می‌توان مجموعه‌ای از گیاهان سازگار با منطقه‌ای معین را برگزید تا در ترکیبی از مساحت‌های مختلف زمین‌های کشاورزی کاشته شوند تا نتیجه‌ای آرمانی یا بهینه به‌دست دهند (Siadat, 2009).

بنابه نظر برخی محققان تعیین و ابلاغ برنامه کشت در سطح ملی، منطقه‌ای و محلی در قالب برنامه‌های راهبردی (استراتژیک) کشور و بر پایه شاخص‌های فنی و اقتصادی را الگوی کشت می‌نامند. در تعریف یاد شده سه ویژگی برنامه‌های راهبردی (استراتژیک)، شاخص‌های فنی و اقتصادی از مبانی اجرای الگوی کشت به شمار می‌آیند. فراهم نمودن اهرم‌های مورد نیاز، تعیین و اعمال الگوی کشت و رفع تنگناهای موجود از پیش‌شرط‌های دستیابی به یک الگوی کشت بهینه و آرمانی است (Khoshbazm and Shalforooshan, 2009).

الگوی کشت را می‌توان، انتخاب گیاهانی برای کشت در یک منطقه با توجه به عامل‌های اقلیمی، بوم‌شناختی (اکولوژیکی)، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی که بالاترین بازده و درآمد را در منطقه داشته باشد و کمترین آسیب و زیان را به منابع آب و خاک و به ویژه منابع طبیعی تجدید شونده و عرصه‌های ذخایر توارث گیاهی و جانوری کشور وارد آورد، دانست (Najafi and Peyravi, 2009). محققان در هند به این نتیجه رسیدند که برای استفاده مطلوب از اراضی و منابع آبی، به ناچار باید الگوی کشت را به‌ویژه در شرایط وجود محدودیت بهینه‌سازی کنند (Vivekanandan *et al.*, 2009). در مطالعه نواحی روستایی شرق استان اصفهان از لحاظ الگوی کشت مناسب و سناریوهای مختلف مدیریت منابع آبی به منظور بهینه‌سازی بازگشت خالص[1] و نیروی کار، از برنامه‌ریزی خطی بهره گرفته شد (Amini Fasakhodi and Nouri, 2011). نتایج بررسی دیگری نشان داد که الگوی کنونی کشت گیاهان کشاورزی استان آذربایجان‌شرقی بر پایه شاخص مزیت نسبی نمی‌باشد و به‌نظر می‌رسد که این الگو در ارتباط با ضریب حمایت موثر باشد، به طوری‌که گیاهانی مانند گندم و جو دیم کمترین مزیت نسبی را دارند اما به‌دلیل این‌که از بیشترین حمایت برخوردارند،

[1] Net return

Archive of SID

www.SID.ir

بیشینه سطح زیر کشت را در استان به خود اختصاص داده‌اند و در نقطه مقابل گیاهانی مانند خیار و گوجه فرنگی که دارای بیشترین مزیت نسبی می‌باشند، با توجه به اینکه کمترین حمایت از آن‌ها صورت می‌گیرد، کمترین سطح زیر کشت را در استان دارند (Hosseinzad and Esfahani, 2007).

ترکیب کشت، سیاست کشت، برنامه کشت و ساماندهی کشت اصطلاحات مترادفی هستند که با مفهوم الگوی کشت در مقاله‌ها و سخنرانی‌های پرشماری مورد تاکید قرار گرفته‌اند، اما متاسفانه کمتر به ارایه راه‌کارهای کاربردی در مورد آن پرداخته شده است. بررسی تعاریف و تحقیقات یادشده که هر کدام به تنهایی می‌تواند مبنای تعیین الگوی کشت قرار گیرد نشان می‌دهد، تنها مدلی قابل قبول خواهد بود که تلفیقی از نظرهای برنامه‌ریزان، کارشناسان و کشاورزان را باهم ارایه کند و پیچیدگی برنامه‌ریزی برای الگوی کشت را بیش از پیش نمایان سازد. هم اکنون در بخش کشاورزی کشور حدود ۳/۵ میلیون بهره‌بردار به کشت انواع مختلف گیاهان زراعی و باغی می‌پردازند که فعالیت بیشتر آنان اقتصادی نیست و باید اراضی مستعد هر محصول کشاورزی مشخص و بر پایه آن کشاورزان ترغیب به کشت شوند.

با این پیش‌فرض تحقیق حاضر با هدف بررسی الگوی کشت بهینه در استان آذربایجان‌شرقی انجام شد. نظر به این‌که مهمترین عامل مورد بررسی در بحث الگوی کشت، اقلیم است با ارجحیت نسبی این عامل، اراضی کشاورزی پهنه‌بندی شده و بعد از محاسبه قابلیت تولید که نمایانگر استعداد هر منطقه است، الگوی کشت متناسب با آن پیشنهاد گردید.

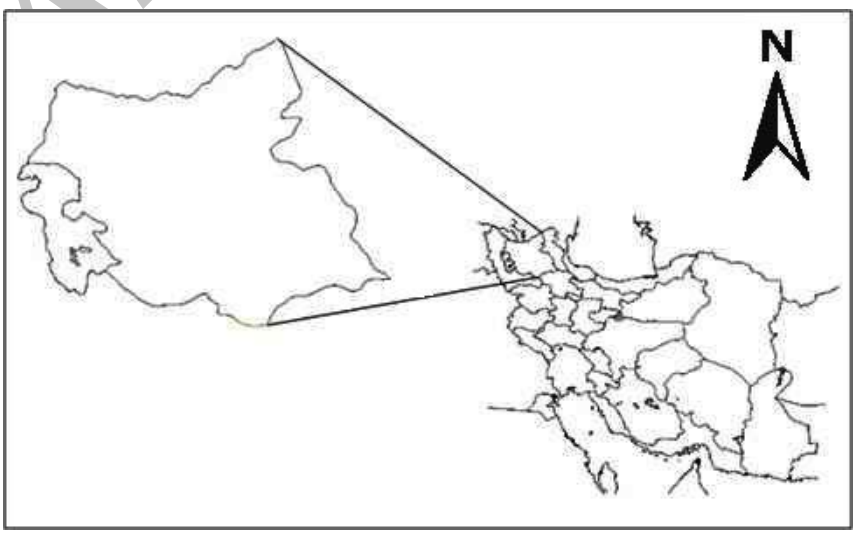
مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های کلی منطقه

استان آذربایجان شرقی با مساحتی برابر ۴۵۴۸۱ کیلومتر مربع، حدود ۲/۸ درصد مساحت کل کشور را دارا است و از لحاظ وسعت در بین استان‌های کشور در رتبه دهم قرار دارد. برپایه آخرین تقسیمات کشوری، این استان دارای ۱۹ شهرستان، ۴۱ بخش، ۱۳۹ دهستان و ۵۳ شهر است که در بین استان‌های کشور از لحاظ شمار شهرستان در رتبه دوم و از لحاظ شمار بخش، دهستان و شهر در رتبه چهارم قرار دارد. آذربایجان‌شرقی در شمال‌غربی ایران، بین مدارات '۴۵ °۳۶ و '۲۶ °۳۹ عرض شمالی و نصف النهارات '۵ °۴۵ و '۲۲ °۴۸ طول شرقی قرار دارد.

تنوع آب و هوا در مناطق مختلف این استان مشخصه بارز وضعیت طبیعی آن است. استان از لحاظ اقلیمی تحت تاثیر آب‌وهوای مدیترانه‌ای قراردارد به‌طوری که قسمت عمده‌ای از آن را اقلیم نیمه خشک و سرد، مناطقی از آن را اقلیم نیمه مرطوب سرد و قسمت دیگر را اقلیم نیمه‌خشک و معتدل در برگرفته است.

داده‌های اقلیمی مورد نیاز این تحقیق از ۱۰ ایستگاه همدید (سینوپتیک) و هشت ایستگاه اقلیم شناسی (کلیماتولوژی) موجود در استان گردآوری شد. در جدول ۱ نام و مختصات ایستگاه‌های هواشناسی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته‌اند آورده شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- نام و مختصات ایستگاه‌های همدید (سینوپتیک) و اقلیم شناسی (کلیماتولوژی) آذربایجان شرقی.

شماره	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
۱	خلعت پوشان	اقلیم شناسی	۴۶/۵	۳۸/۱	۱۵۶۷
۲	میانه	اقلیم شناسی	۴۷/۷	۳۷/۵	۱۱۰۰
۳	سراب	اقلیم شناسی	۴۵/۹	۳۴/۵	۵۲۰
۴	سراب (هواشناسی)	اقلیم شناسی	۴۷/۵	۳۷/۹	۱۶۵۱
۵	مرند (پادگان)	اقلیم شناسی	۴۵/۸	۳۸/۴	۱۳۰۵
۶	مراغه (هواشناسی)	اقلیم شناسی	۴۶/۲	۳۷/۴	۱۴۱۹
۷	مراغه (پادگان)	اقلیم شناسی	۴۶/۲	۳۷/۴	۱۴۲۰
۸	مرند (هواشناسی)	اقلیم شناسی	۴۵/۸	۳۸/۴	۱۵۳۴
۹	اهر	همدید	۴۷/۱	۳۸/۴	۱۳۹۰/۵
۱۰	بناب	همدید	۴۶/۱	۳۷/۳	۱۲۹۰
۱۱	جلفا	همدید	۴۵/۷	۳۸/۸	۷۳۶/۲
۱۲	کلیبر	همدید	۴۷/۰	۳۸/۹	۱۱۸۰
۱۳	مراغه	همدید	۴۶/۳	۳۷/۴	۱۴۷۷/۷
۱۴	مرند	همدید	۴۵/۸	۳۸/۵	۱۵۵۰
۱۵	میانه	همدید	۴۷/۷	۳۷/۵	۱۱۱۰
۱۶	سهند	همدید	۴۶/۱	۳۷/۹	۱۶۴۱
۱۷	سراب	همدید	۴۷/۵	۳۷/۹	۱۶۸۲
۱۸	تبریز	همدید	۴۶/۳	۳۸/۱	۱۳۶۱

در این بررسی پارامترهای اقلیمی، شامل: بارندگی، میانگین دمای کمینه و بیشینه، رطوبت کمینه و بیشینه، سرعت باد و ساعت‌های آفتابی استفاده شدند. باتوجه به حجم وسیع اطلاعات هواشناسی، در محیط VBA[1]، ماکرویی نوشته شد، تا استخراج داده‌ها را ممکن سازد. برای براورد داده‌های از دست‌رفته در مناطقی که داده‌های آماری اندکی داشتند از روش‌های تفاضل‌ها و نسبت‌ها استفاده شد. روش نسبت‌ها بیشتر برای داده‌های بارندگی و رواناب به‌کار برده می‌شود. برای تکمیل داده‌های دما از روش تفاضل‌ها استفاده شد که اساساً مشابه روش نسبت‌ها است (Alizadeh, 2010). برخی ایستگاه‌ها نیز در تعدادی از سال‌های مشترک فاقد داده‌ی آماری بودند. برای جلوگیری از حذف ایستگاه، اقدام به سنتز داده‌های سال-های مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار ClimGen شد. برای بررسی تصادفی بودن داده‌ها، آزمون غیرپارامتری ران-تست[2] با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. آزمون همگنی بر پایه انحراف از میانگین تجمعی[3] داده‌ها (Buishand, 1982) در نرم‌افزار Rainbow انجام شد.

همگن[4] بودن داده‌ها این اطمینان را می‌دهد که مشاهده‌ها به جمعیت یکسانی متعلق می‌باشند.

$$Sk = \sum_{i=1}^{k} (xi - \bar{x}) \qquad K=1,\ldots,n \qquad (۱)$$

x_i سری‌های ثبت شده شامل: x_1، x_2، ... x_n و $\bar{x}$ میانگین است. مقدار S_k اولیه صفر (S_k=0) و نیز مقدار نهایی آن (S_k=n) معادل صفر می‌باشد.

همچنین پیش از تجزیه و تحلیل داده‌ها باید از کمیت و کیفیت داده‌ها و نیز کامل بودن سری آماری اطمینان حاصل نمود. بنابراین، کفایت داده‌ها با استفاده از فرمول پیشنهاد ماکوس[5] محاسبه گردید (Alizadeh, 2010).

$$Y = [(4.3\,t).\log R]^2 + 6 \qquad (۲)$$

در این فرمول:

Y، کمینه قابل قبول تعداد داده‌ها برای تجزیه و تحلیل، t، مقدار t استیودنت در سطح اعتماد ۹۰ درصد به ازای درجه آزادی (y-6) و R، نسبت مقدار متغیر در دوره برگشت ۱۰۰ سال به مقدار آن در دوره برگشت دو سال بر پایه داده‌های موجود می‌باشد (Alizadeh, 2010).

[1] Visual Basic for Application
[2] Run test
[3] Cumulative deviations from the mean
[4] Homogeneity
[5] Mackus

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تعداد سال‌های مکفی برای بررسی داده‌های هواشناسی در ایستگاه‌ها.

ردیف	نام ایستگاه	تعداد سال آماری مورد نیاز	ردیف	نام ایستگاه	تعداد سال آماری مورد نیاز
۱	خلعت پوشان	۱۱	۱۰	بناب	۱۰
۲	میانه	۱۱	۱۱	جلفا	۱۱
۳	سراب	-	۱۲	کلیبر	۱۲
۴	سراب (هواشناسی)	۱۲	۱۳	مراغه	۱۲
۵	مرند (پادگان)	۱۰	۱۴	مرند	۱۱
۶	مراغه (هواشناسی)	۹	۱۵	میانه	۱۰
۷	مراغه (پادگان)	۱۱	۱۶	سهند	۱۱
۸	مرند (هواشناسی)	۱۰	۱۷	سراب	۱۲
۹	اهر	۱۱	۱۸	تبریز	۱۱

بررسی الگوی کشت نیازمند محاسبه قابلیت تولید است. قابلیت تولید شاخصی است که با توجه به پتانسیل ژنتیکی گیاه و ویژگی‌های آن، با استفاده از داده‌های اقلیمی نظیر تابش خورشیدی و درجه حرارت محاسبه می‌شود و از خصوصیات خاک و مدیریت تاثیرپذیر نیست (De Wit, 1965; Kassam *et al*., 2002). قابلیت تولید تحت کنترل تشعشع و درجه‌حرارت است و به ندرت در محصولات زراعی حاصل می‌شود. در عمل تنها بخشی از آن به‌عنوان محصول واقعی از مزرعه برداشت می‌گردد به‌طوری‌که میزان آن بر حسب میانگین کشورهای مختلف بین ۵۰ تا ۶۰ درصد پتانسیل عملکرد متغیر است (Oerke, 1994). در این تحقیق برای براورد قابلیت تولید از مدل AEZ فائو بهره‌گیری شد (FAO, 1996). برای اعتبارسنجی مدل از جذر میانگین مربعات خطا[1] (RMSE) و شاخص توافق ویلموت[2] (d) استفاده شد (Willmott, 1982):

$$RMSE=[N^{-1}\sum_{i=1}^{N}(Pi-Oi)^2]^{0.5} \quad (۳)$$

$$d=1-[\sum_{i=1}^{N}(Pi-Oi)^2 / \sum_{i=1}^{N}(|P'_i|+|O'_i|)^2] \quad ,0\le d\le 1 \quad (۴)$$

در معادله‌های بالا: N= تعداد سال‌های دوره آماری، Pi= میانگین پیشگویی شده، Oi= میانگین دیده شده (واقعی)، $\bar{O}$= میانگین داده‌های واقعی و $P'i=Pi-\bar{O}$ و $O'i=Oi-\bar{O}$ شاخص RMSE اختلاف نسبی بین مقادیر شبیه‌سازی و مشاهدات را نشان می‌دهد و توصیفی از قابلیت پیش‌بینی مدل را ارائه می‌کند. پایین‌ترین حد RMSE صفر است که سازگاری کامل را بین مقادیر تولید شده و واقعی نشان می‌دهد. شاخص ویلموت نیز بین صفر و یک متغیر بوده و مقدار یک دلالت بر توافق کامل دارد. برای بیان کارایی شاخص‌ها، مقادیر $d \ge ۰/۹۵$ نمایشگر کارایی خوب می‌باشد. همچنین مقدار $۰/۹۵ \le d \le ۰/۹$ در محدوده قابل قبول بوده و دیگر مقادیر نشان‌دهنده کارایی ضعیف هستند (Stockle, *et al*., 1998).

به‌منظور تعیین الگوی کشت بهینه، توانایی تولید سلول‌های مختلف برای گیاهان متفاوت، برپایه تجزیه‌های عرضه و تقاضای منابع داخل هر سلول محاسبه گردید. به عبارت دیگر، سامانه اقلیمی و خاک ارائه دهنده (عرضه) منابع طبیعی هر سلول می‌باشد، درحالی‌که یک گیاه معرفی شده در سلول نشان‌دهنده تقاضا برای منابع داخل سلول به‌منظور به‌دست آوردن بیشینه تولید پتانسیل می‌باشد (Steduto and Mladen, 2003). به‌این ترتیب کمبود بین عرضه و تقاضا بیان‌کننده وضعیت توانمندی سلول می‌باشد. هر چقدر کمبود بیشتر باشد، نشان‌دهنده سطح پایین‌تر وضعیت تولید خواهد بود. تقاضای منابع از یک محصول به محصول دیگر، برای یک سلول خاص تغییر می‌کند. درحالی‌که عرضه منابع تقریباً ثابت می‌باشد. بنابراین کمبود منابع در داخل یک سلول برای قابلیت بیشینه تولید به طور پویا وابسته به محصولی است که در داخل آن سلول کشت می‌گردد. بدین معنی که برای یک سلول (ناحیه) ارائه شده می‌توان یک نگرش بهره‌وری خاص[3] (برای هر گیاه)، و یک نگرش بهره‌وری عام[4] (برای همه گیاهان مورد نظر) داشته باشیم. هر دو این اصطلاحات، بیان کننده شروط ارزیابی توان تولید اراضی می‌باشند که می‌توانند برای طبقه‌بندی مورد استفاده قرار

[1] RMSE (Root Mean Square Error)
[2] Willmott index of agreement
[3] Specific productivity Attitude
[4] General productivity Attitude

Archive of SID

www.SID.ir

گیرند. شاخص SPA، از راه محاسبه شاخص وضعیت تولید APIij برای سلول (i) و برای یک گیاه در نظر گرفته شده برای آن سلول (j) به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$API_{ij} = \left[\frac{(ActualYIELD)_j}{(potentialYield)_j} \right]_i \quad (۵)$$

در این رابطه شاخص APIij مقادیری در بازه صفر و یک را شامل می شود که می‌تواند وضعیت تولید خاص را به‌صورت نسبی برای هر سلول طبقه‌بندی کند. به‌منظور تعیین وضعیت تولیدی عام سلول (i)، میانگین مقادیر APIij برای کل مجموعه n گیاه می‌تواند ارزیابی شود.

$$GPA_i = API_{ij} = \left[\frac{\sum_{j=1}^{n} API_{ij}}{n} \right]_j \quad (۶)$$

مقدار GPA ، بین صفر و یک متغیر بوده و نشان‌دهنده میزان توسعه نظام تولید در یک منطقه است. با مدیریت بهینه آب، مواد غذایی، آفات، بیماری‌ها و علف‌های‌هرز و بهینه‌سازی عملیات زراعی مانند تراکم و تاریخ کاشت، میزان عملکرد واقعی به پتانسیل نزدیک شده و GPA به سمت یک خواهد رفت. با معلوم بودن تولید واقعی در مناطق تحت بررسی می‌توان خلاء عملکرد را بر پایه اختلاف بین عملکرد پتانسیل و واقعی برآورد کرده و مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. خلاء عملکرد ناشی از شیوه مدیریت و مجموعه عامل‌ها محدود کننده (آب و عناصر غذایی) و کاهش‌دهنده تولید (آفات و علف‌های هرز) می‌باشد و از تجزیه و تحلیل آن سهم نسبی هر یک از عامل‌ها یاد شده در ایجاد خلاء عملکرد تعیین شده و راه‌حل‌های مناسب برای پرکردن خلاء در پهنه‌های مختلف مشخص می‌شود. دراین بررسی جهت تولید لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز از روش معین IDW[1] و نیز روش زمین آمار کریجینگ[2] به منظور تعمیم داده‌های نقطه‌ای به منطقه‌ای استفاده شد. در IDW، فرض براین است که نقاط نمونه‌ای از مکان تاثیر می‌پذیرند. در روش کریجینگ فرض بر این است که فاصله و جهت بین نقاط نمونه روی همبستگی مکانی تاثیر می‌گذارند و هنگامی بهترین کارآیی را دارد که از وجود همبستگی فاصله‌ای یا چولگی جهتی داده‌ها آگاه باشیم (Hasani Pak, 2007).

نتایج و بحث

پس از تشکیل لایه‌های اطلاعاتی، پهنه‌بندی عملکرد پتانسیل هر گیاه زراعی با همپوشانی لایه‌ها در محیط ArcGIS و در قالب مدل AEZ (FAO, 1996) به دست آمد. برای ارزیابی مدل، داده‌های واقعی با گردآوری از مزارع منتخب، نمونه‌برداری از ایستگاه‌های هواشناسی کشاورزی و طرح‌های تحقیقاتی و پژوهشی که در سال-های مختلف در مراکز تحقیقاتی منطقه اجرا شده بودند به‌دست آمد. نتایج نشان‌داد، مدل فائو برای چهار گیاه زراعی مورد مطالعه اعتبار لازم را داشته است و شاخص-های سازگاری اعتبارسنجی مدل، کفایت لازم را نشان دادند (جدول ۳). روابط رگرسیونی میان عملکرد واقعی و عملکرد برآورد شده در هر محصول نشان می‌دهد براوردها تا حد مورد قبولی با واقعیت همخوانی می‌نمایند. عملکرد برآورد شده برای گیاه گندم کمتر از واقعیت بود که در مقادیر پایین‌تر عملکرد محسوس‌تر بود (شکل ۲).

پراکنش نقاط نشان می‌دهد در مناطقی که عملکرد بالاتری دارند مقدار براورد به واقعیت نزدیک‌تر است. ضریب تعیین، ۷۱ درصد محاسبه شد که مقدار قابل قبولی است. شاخص RMSE برابر ۰/۰۳۱ نشان‌دهنده خطای اندک مدل است (جدول ۳) که علاوه بر کم بودن، نسبت به گیاهانِ دیگر نیز در کمینه قرار دارد. در مورد غله دیگر یعنی جو نیز وضعیت تا حدودی از همین قرار است یعنی مقدار برآورد شده نسبت به حقیقت کمتر بوده‌است.

در مناطق با عملکرد پایین‌تر، مقدار براورد از واقعیت دورتر بود و هرچه به عملکردهای بالاتر نزدیک می‌شویم به مقدار حقیقی نزدیک‌تر می‌گردد (شکل ۳). مقدار RMSE برابر ۰/۰۴۴ در گیاه جو نیز حاکی از دقت بالای برآورد است. ضریب تعیین ۷۱ درصدی و مقدار ریشه میانگین مربعات خطای (RMSE) تقریبا برابر گندم، نشان می‌دهد پارامترهای مورد اندازه‌گیری در مورد غلات همسان عمل می‌کنند. برآورد عملکرد در مورد دو گیاه نخود و گلرنگ که جزء غلات نیستند بیشتر از واقعیت بوده است. در مورد نخود ضریب تعیین ۵۰ درصد برآورد شد که علی‌رغم مقبول بودن آن، نشان می‌دهد، مدل تنها ۵۰ درصد نقاط را توجیه می‌کند. در مقادیر بالاتر عملکرد براورد با واقعیت تطابق بیشتری داشته و هرچه به مناطق کم تولید نزدیک شویم مقدار براورد از مقدار حقیقی بالاتر خواهد بود (شکل

[1] Inverse Distance Weighting
[2] Kriging

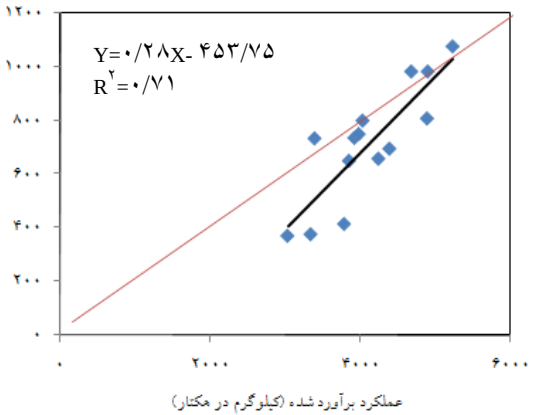
Archive of SID

www.SID.ir

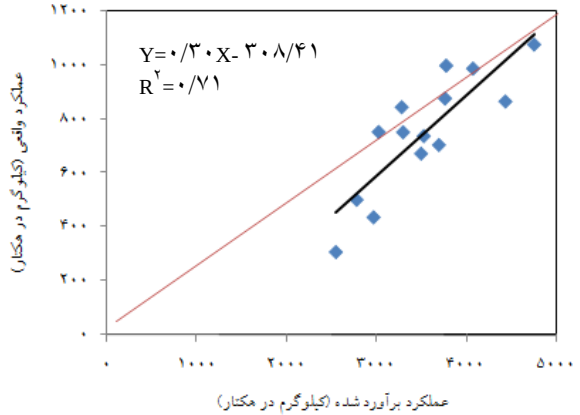
۴). مقدار خطای RMSE نیز با وجود این که قابل قبول است اما به نسبت غلات مورد بررسی، بیشتر می‌باشد. درمورد گیاه گلرنگ نیز همانند نخود مقدار برآورد از مقدار حقیقی بالاتر می‌باشد (شکل ۵). پراکنش یکنواخت نقاط نشان از همسان بودن مقدار براورد در مناطق کم تولید و مناطق با عملکرد بالا است. مقدار RMSE برابر ۰/۰۹۹ قابل قبول است ولی بالاترین مقدار را در بین چهار محصول مورد مطالعه دارد و به این معنی است که دقت مدل در مورد گیاه روغنی گلرنگ نسبت به غلات در درجه‌های پایین‌تری قرار دارد.

جدول ۳- مقایسه عملکرد واقعی و برآورد شده با استفاده از شاخص‌های آماری.

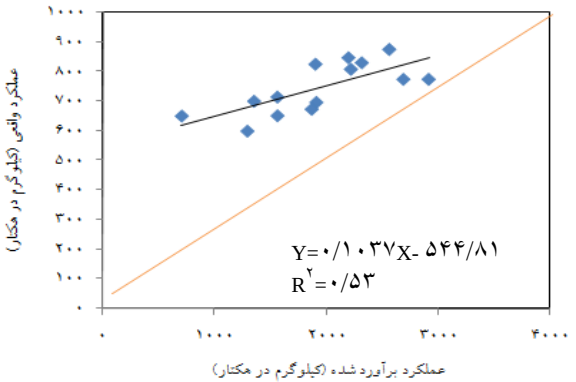
محصول	شاخص RMSE	شاخص d
گندم	۰/۰۳۱	۰/۸۱۲
جو	۰/۰۴۴	۱/۰۰۰
نخود	۰/۰۸۸	۰/۷۶۱
گلرنگ	۰/۰۹۱	۰/۷۰۹



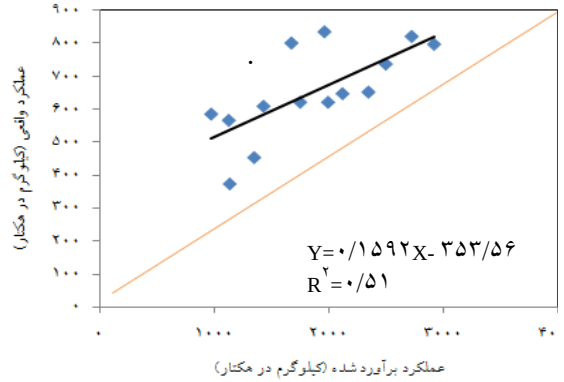
شکل ۲- مقایسه عملکردهای برآورد شده و واقعی گندم دیم.



شکل ۳- مقایسه عملکردهای برآورد شده و واقعی جو دیم.



شکل ۴- مقایسه عملکردهای برآورد شده و واقعی نخود دیم.



شکل۵- مقایسه عملکردهای برآورد شده و واقعی گلرنگ دیم.

www.SID.ir

کمترین عملکرد برآورد شده گندم، در شمال‌غرب استان دیده می‌شود. جنوب‌غرب استان شامل بناب، ملکان و بخش‌هایی از مراغه، بیشترین تولید را به‌خود اختصاص دادند. مناطق مرکزی تا کل مناطق شرقی دارای عملکرد متوسط تا کمترین بوده‌اند. محققان عملکرد ۳/۵-۲/۵ تن در هکتار را در شرایط مدیریتی خوب، برای گندم دیم قابل قبول دانسته‌اند (Sys *et al*., 1993). از نقشه بدست آمده مشخص است که کل استان از نظر اکولوژیکی توانایی رسیدن به‌چنین تولیدی را دارد و آن‌چه باعث کاهش دستیابی به عملکرد در واقعیت و اختلاف آن با عملکرد پتانسیل می‌شود را باید در عامل های دیگری جستجو کرد (شکل ۶).

در مطالعه‌ای با استفاده از یک مدل شبیه‌سازی رشد، عملکرد پتانسیل گندم در کشور هندوستان را دو تا هفت تن در هکتار با خلاء عملکردی معادل دو تا چهار تن برآورد کردند. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که بسته به منطقه، در حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد از خلاء عملکرد مربوط به تاریخ کاشت نامناسب می‌باشد (Aggarwal and Kalra, 1994). در بررسی دیگری با استفاده از مدل پتانسیل و خلاء عملکرد سویای دیم را برای ۲۱ منطقه واقع در هندوستان ارزیابی کرده و نشان دادند که به‌طور میانگین عملکرد پتانسیل این مناطق ۳۰۲۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین خلاء عملکرد در حدود ۷۰ درصد می‌باشد به عبارت دیگر تنها ۳۰ درصد از عملکرد پتانسیل در مزارع برداشت می‌شود (Bhatia *et al*., 2008).

شرق، شمال‌شرق (کلیبر، اهر و سراب) و جنوب‌غرب (بناب ملکان، عجب‌شیر و بخش‌های از مراغه) بیشترین قابلیت تولید گیاه جو را دارا هستند. شمال غرب استان (منطقه جلفا) کمترین قابلیت تولید را داشت. بخش‌های مرکزی استان نیز از نظر تولید در حد میانی بودند (شکل ۷).

عملکرد جو در کشت دیم و با مدیریت مناسب را ۳-۲ تن در هکتار دانسته‌اند (Sys *et al*., 1993). در مورد جو نیز، کل استان توانایی تولید عملکرد قابل قبول را دارد و عامل‌های دیگری، مانند سطح مکانیزاسیون، نهاده‌ها، نوع بهره‌برداری از منابع خاکی، سطح مدیریت و ... در ایجاد خلا عملکرد نقش دارند.

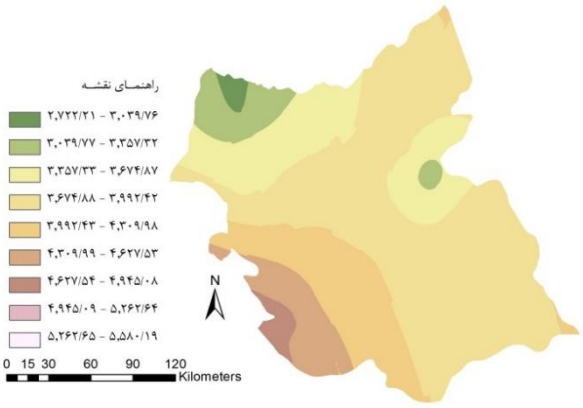
گیاه نخود در باریکه‌ای از نواحی شرقی به‌خصوص منطقه کلیبر در شمال‌شرق استان استعداد تولید بالاتری داشت. محدوده جنوبی استان در کمینه تولید و غرب، شمال غرب (جلفا، مرند، شبستر) و باریکه‌ای در شرق که غرب اهر، سراب و میانه را پوشش می‌دهد از عملکرد قابل قبولی برخوردار بودند (شکل ۸). آن‌چه محققان برای تولید نخود دیم تحت شرایط مدیریتی خوب پیشنهاد می‌کنند ۱/۵ تن در هکتار است (Sys *et al*., 1993) که برابر با کمینه قابلیت تولید در استان آذربایجان‌شرقی است و نشان‌دهنده ظرفیت استان در کشت و تولید این محصول با ارزش می‌باشد. این بررسی نشان‌می‌دهد شمال‌غرب و تا حدودی غرب استان (جلفا، مرند، شبستر و اسکو) توان تولید بیشینه گلرنگ را دارد. در مقابل شرق استان کمینه تولید گلرنگ را دارا می‌باشد (اهر، سراب و هریس). در جنوب استان نیز در محدوده چاراویماق عملکرد پتانسیل در بیشینه است. شمال‌شرق (کلیبر) قسمت میانی استان (تبریز) و جنوب شرق (شرق میانه) و جنوب‌غرب (ملکان، مراغه) استان از نظر قابلیت تولید در حد متوسط به‌شمار می‌آیند. عملکرد مناسب تجاری ۲/۴-۲/۱ تن دانه در هکتار محاسبه شده و میانگین قابل‌برداشت برای کشاورز را ۱/۵-۱ تن بذر در هکتار پیشنهاد شده است (Sys *et al*., 1993). چنان‌چه مشخص است (شکل ۹) بخش شمال‌غرب استان قادر به تولید این مقدار محصول می‌باشد.

خلا عملکرد[1] گندم در شمال‌غرب استان در بیشترین حد خود است. به طور عمده خلاء عملکرد ناشی از شیوه مدیریت و مجموعه عامل‌ها محدود کننده (آب و عناصر غذایی) و کاهش دهنده تولید (آفات و علف‌های هرز) می‌باشد (Abeledo, 2008). این منطقه شامل جلفا و بخش‌های شمالی مرند است. در مقابل شمال‌شرق و جنوب استان وضعیت مناسب‌تری دارند. این مناطق شامل کلیبر و چاراویماق هستند (شکل ۱۰). گیاه جو تولید بیشتری در حاشیه‌های نیمه جنوبی استان دارد. در شرق، سراب و اهر، در جنوب، چاراویماق، مراغه و ملکان و در جنوب‌غرب و غرب بناب، عجب‌شیر، اسکو و شبستر تطابق عملکرد برآورد شده به عملکرد واقعی به‌خوبی قابل تشخیص است. ناحیه شمال‌غربی استان مانند گندم، خلا عملکرد محسوسی دارد و به‌دلایلی که پیشتر بیان شد، بهره چندانی از زمین برده نمی‌شود. پهنه گسترده‌ای از استان که بیشتر نواحی مرکزی را پوشش داده و تا جنوب‌شرق امتداد یافته است در حد بینابین قرار گرفته‌اند (شکل ۱۱).

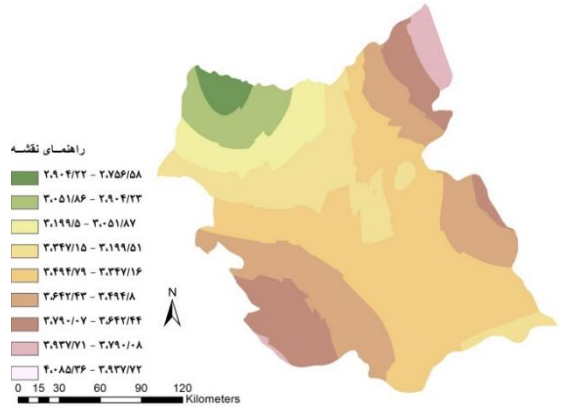
[1] Yield gap

Archive of SID

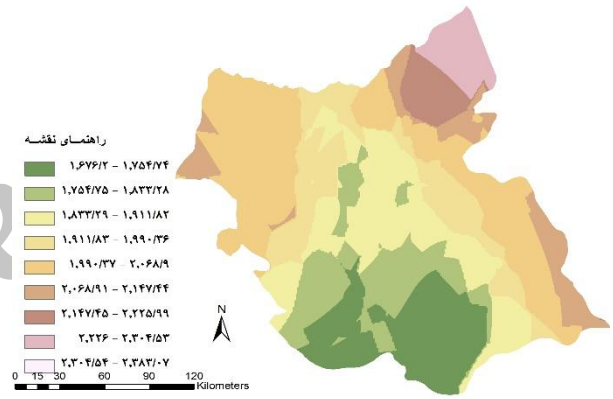
www.SID.ir



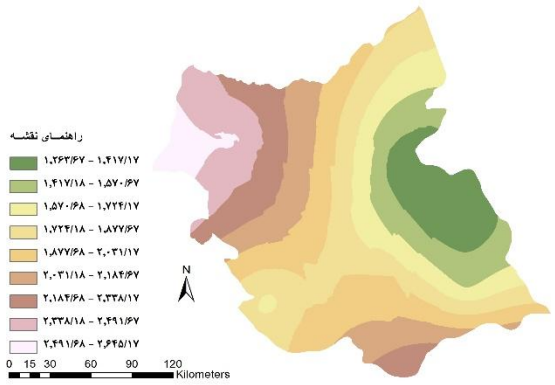
شکل ۶- نقشه عملکرد پتانسیل آذربایجان شرقی در تولید گندم.



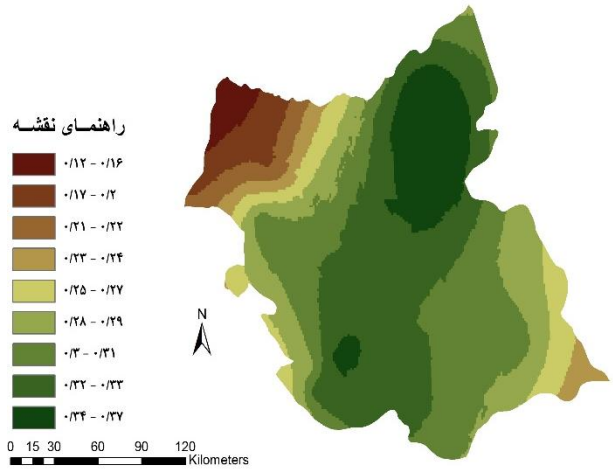
شکل ۷ - نقشه عملکرد پتانسیل آذربایجان شرقی در تولید جو.



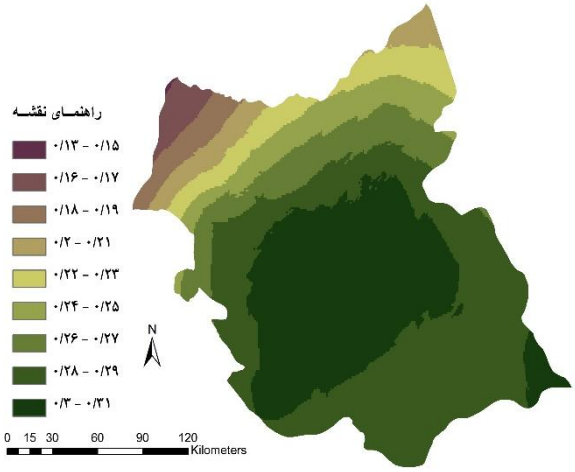
شکل ۸ - نقشه عملکرد پتانسیل آذربایجان شرقی در تولید نخود دیم.



شکل ۹- نقشه عملکرد پتانسیل آذربایجان شرقی در تولید گلرنگ دیم.

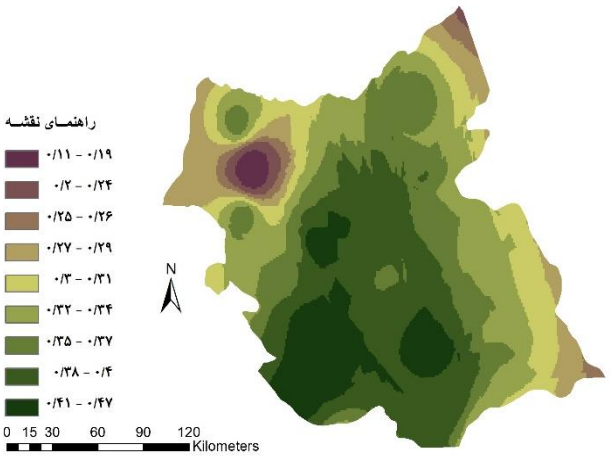


شکل ۱۰- -شاخص بهره‌وری خاص گندم دیم در آذربایجان شرقی.

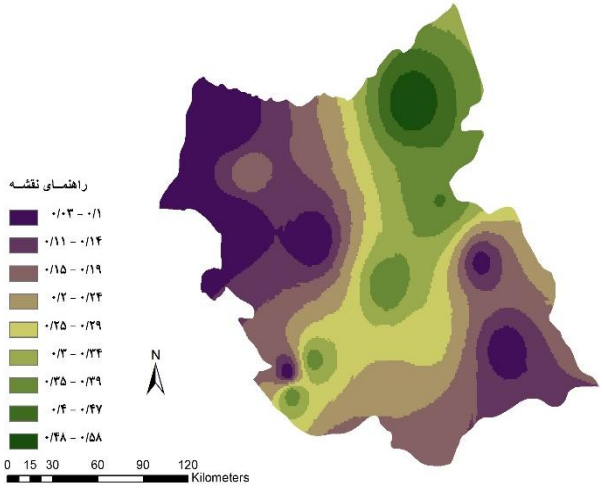


شکل ۱۱- شاخص بهره‌وری خاص جو دیم در آذربایجان شرقی.

www.SID.ir



شکل ۱۲- شاخص بهره‌وری خاص نخود دیم در آذربایجان شرقی.



شکل ۱۳- شاخص بهره‌وری خاص گلرنگ در آذربایجان شرقی.

گیاه نخود در جنوب استان مقدار SPA بالاتری دارد که گویای همخوانی بیشتر مقدار براورد شده عملکرد نسبت به عملکرد واقعی می‌باشد. شمال شرق استان که بیشتر منطقه کلیبر را تحت پوشش دارد و مقدار SPA کمتری دارد. در این‌جا نیز عامل‌های کاهنده عملکرد و لزوم بررسی دقیق آنها یادآوری می‌شود. حاشیه‌های شرقی استان شامل سراب و میانه و مناطق شمالی و شمال‌غرب (جلفا، مرند و شبستر) نیز از نظر مقدار SPA در حد بینابین هستند (شکل ۱۲). پژوهشگران دیگری نیز تولید پتانسیل و تولید واقعی برخی گیاهان زراعی را در کشورهای اتحادیه اروپا مقایسه کرده و خلاء عملکرد را برآورد کردند. نتایج آنان نشان داد، خلاء عملکرد در مورد گندم بین ۴۵ تا ۶۵ درصد و برای سورگوم شیرین در جنوب اروپا بین ۳۰ تا ۵۰ درصد می‌باشد (Koning and Van Diepen, 1992).

در مورد گلرنگ مشخص است که شرق (اسکو و شبستر)، شمال‌شرق (جلفا و مرند) و جنوب‌شرق (میانه) بیشترین خلا عملکرد را دارند (شکل ۱۳). وضعیت تولید در شمال-شرق از دیگر مناطق استان برتری محسوس‌تری دارد. این ناحیه شامل کلیبر است.

تعیین الگوی کشت بهینه

شاخص GPA در این تحقیق حاضر، طرح کشت اولیه‌ای را پیشنهاد می‌کند که با استفاده از آن می‌توان نتایج بهتری از وضع موجود در اراضی دیم به‌دست آورد. با توجه به شاخص GPA محاسبه شده الگوی کشت جو- نخود- گلرنگ دارای بالاترین مقدار بود. پس از آن ترکیب گندم- نخود و جو- نخود قرار داشتند (شکل ۱۴). سناریوی اول اختلاف محسوسی با انواع الگوهای دیگر کشت نشان داد. این ترکیب شامل گندمیان، خانواده بقولات و دانه‌های روغنی است. تثبیت نیتروژن نخود در غنی‌کردن خاک و بهبود مجموع (فلور) میکروبی بستر کشت نقش بسزایی دارد. همچنین ساختمان خاک مزرعه پس از خانواده پروانه‌آساها بهبود چشمگیری نشان می‌دهد. به‌طور کلی حضور یکی از گیاهان پروانه‌آسا در الگوی کشت، به‌دلیل تثبیت نیتروژن در خاک و در نتیجه کاهش استفاده از کودهای شیمیایی، در جهت کاهش آبشویی نیترات، سبب افزایش پایداری اکوسیستم می‌شود.

در این اکوسیستم‌ها گیاهان واسطه می‌توانند با جذب عناصر باقی‌مانده از زراعت گیاه اصلی در تناوب، هدرروی عناصر غذایی باقی‌مانده را کاهش دهند (Askegaard and Eriksen, 2008). گلرنگ نیز با مقاومت به برخی تنش‌های محیطی مانند شوری و تا حدی خشکی و با داشتن ریشه-های عمیق که گاهی تا دو متر در خاک نفوذ می‌کند به بازدهی بیشتر این الگوی کشت کمک می‌کند. البته باید در نظر داشت شاخص مورد بررسی با توجه میزان پتانسیل تولید و خلا عملکرد ترتیب و توالی کشت گیاهان‌زراعی را

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱۴- مقدار شاخص بهره‌وری عام برای سناریوهای مختلف الگوی کشت در آذربایجان شرقی.

پیشنهاد می‌دهد و در عمل برای اجرای زراعت دیم عامل‌های متعددی را باید در نظر گرفت، از جمله وارد کردن آیش به الگوی کشت. در بسیاری از مناطق جهان چالش اصلی تولید کشاورزی به‌صورت دیم، کم بودن نزولات آسمانی است. در این مناطق تلاش در به بیشینه رساندن کارایی مصرف آب باران (نزولات آسمانی) می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهند، تناوب کشت-آیش، بیشترین عملکرد و کارایی استفاده از آب باران[1] را داشته و عملکرد نسبت به کشت متوالی، ۴۹ درصد فزونی داشته است (Kramer *et al.*, 2002).

نتیجه‌گیری

در مجموع این بررسی باعث شناخت بیشتری از قابلیت اراضی استان آذربایجان‌شرقی شد و با در نظر گرفتن عامل‌های اقلیمی، تناسب مورد نیاز برای کشت گیاهان گندم، جو، نخود و گلرنگ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان‌داد، اراضی استان، برای کشت گندم و جو دیم دارای تناسب نسبی هستند. شرایط برای کشت نخود، کمی مناسب تشخیص داده‌شد و اراضی نامناسب برای کشت گلرنگ در بیشینه بودند. پتانسیل تولید گندم و جو در بیشتر مناطق توانایی متوسط به بالا را نشان‌داد. این مناطق به طور عمده در مرکز استان متمرکز هستند. نخود در شمال‌شرق استان توان تولید بالاتری داشت و گلرنگ این وضعیت را در غرب و شمال‌غرب استان نشان داد.

سپاسگزاری

از همکاری کارشناسان وقت موسسه پژوهش‌های برنامه-ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی و همچنین سازمان هواشناسی کشور در ارایه و در دسترس قرار دادن اطلاعات مورد نیاز برای اجرای این پژوهش، صمیمانه قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

Abeledo, L.G., Savin, R. and Slafer,G.A., 2008. Wheat productivity in the Mediterranean Ebro Valley: Analyzing the gap between attainable and potential yield with a simulation model. European Journal of Agronomy. 28, 541-550.

Aggarwal, P.K. and Kalra, N., 1994. Analyzing constraints limiting crop productivity; New opportunities using crop growth modeling. In: Deb, D.L.(Ed.), Natural Resource Management for Sustainable Agriculture and Environment. Angkor Publishers, New Delhi. pp. 315–332.

Alizadeh, A., 2010. Principles of Applied Hydrology. Publication of Astan Quds Razavi, Mashhad, Iran.

AminiFasakhodi, A. and Nouri, S.H., 2011. Sustainability assessment and cropping pattern determination in farming systems based on the optimization of soil and water resources utilization using non-linear mathematical programming models. Journal of Water and Soil Science (JWSS). 15, 99-111.

[1] Precipitation Use Efficiency

Archive of SID

www.SID.ir

Anonymous, 2012. The decisions of the Council of Ministers. Available online at: http://rc.majlis.ir/fa/law/show/822225.

Askegaard, M. and Eriksen, J., 2008. Residual effect and leaching of N and K in cropping systems with clover and ryegrass catch crops on a coarse sand. Agriculture, Ecosystems and Environment. 12, 99-108.

Bhatia, V.S., Singh, P., Wani, S.P., Chauhan,G.S., Rao, A.V.R, Mishra,A.K. and Srinivas, K., 2008. Analysis of potential yields and yield gaps of rainfed soybean in India using CROPGRO-Soybean model. Agricultural and Forest Meteorology.148, 1252–1265.

Buishand, J.A., 1982. Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. Journal of Hydrology. 58, 11-27.

De Wit, C.T., 1965. Photosynthesis of Leaf Canopies. Agricultural Research Reports. No. 633. Wageningen, The Nethelands.

FAO, 1996. Guidelines: Agro-ecological Zoning. Food and Agricultural Organization, Soils Bulletin, Rome, Italy.

FAO, 2012. FAO Food Price Index. Available online at: http://www.fao.org/worldfoodsituation/wfs-home/foodpricesindex/en.

Hasani Pak, A.A., 2007. Geostatistics. University of Tehran Press, Tehran, Iran.

Hosseinzad, J. and Esfahani, J., 2007. Investigation of crop pattern relation to comparative advantage and effective protection coefficient (case study: Eastern Azarbaijan). In Proceedings 6th Conference of Agricultural Economics, 30th-31th October, Mashhad, Iran. pp. 271-278.

Kassam, A.H. 1977. Net Biomass Production and Yield of Crops. Present and Potential Land Use by Agro-ecological Zones Project. AGLS, Rome .

Khoshbazm, R. and Shalforooshan, S.M., 2009. Empirical model cropping pattern in Khorasan Razavi. National Conference on Cropping Pattern, Tehran, Iran. pp.112-119.

De Koning, G.H.J. and van Diepen, C.A., 1992. Crop production potential of rural areas within the European Communities. IV. Potential, water-limited and actual crop production. Working Document W68, Netherlands Scientific Council for Government Policy, The Hague. The Netherlands.

Kramer, A.W., Doane, T.A., Horwath, W.R. and Kessel, C.V., 2002. Combining fertilizer and organic inputs to synchronize N supply in alternative cropping systems in California. Agriculture, Ecosystems and Environment. 91, 233-243.

Najafi, H. and Peyravi, M.H., 2009. Role of organizations and operation of systems, to improve cultivation the the different regions (emphasizing on status quo) and the cropping pattern data using GDD. National Conference on Cropping Pattern, Tehran, Iran. pp. 533-540.

Oerke, E.C., Dehne, H.W., Schonbec, K.F. and Weber, A.,1994. Crop Production and Estimated Losses in Major Food and Cash Crops. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

Shajari, Sh. and Zoghipoor, A., 2009. Cropping pattern and crops comparative advantage, using the SWOT, in Iran. National Conference on Cropping Pattern, Tehran, Iran. pp.1-13.

Siadat, H., 2009. Tips on choosing a plan to cultivation problematic regions. National Conference on Cropping Pattern, Tehran, Iran. pp. 682-687.

Steduto, P. and Mladen, S., 2003. The agro-ecological characterisation of Apulia region (Italy Todorovic). Field Crops Research. 38, 93-103.

Stockle, C.O., Bellocchi, G. and Nelson, R., 1998. Evaluation of the weather generator ClimGen for several world locations. In 7th International Congress for Computer Technology in Agriculture, 15th-18th November, Florence, Italy. pp.34-41.

Sys, C., Van Ranst, E. and Debaveye, J., 1991b. Land Evaluation. Part II. Methods in Land Evaluation. Agricultural Publication, University of Ghent, Belgium.

Sys, C., Van Ranst, E. and Debaveye, J., 1993. Land Evaluation. part III. Crop Requirements. Agricultural Publication, University of Ghent, Belgium.

Vivekanandan, N., Viswanathan, K. and Gupta, S., 2009. Optimization of cropping pattern using goal programming approach. Opsearch. 46, 259-274.

Willmot, C.J., 1982. Some comments on the evaluation of model performance. Bulletin American Meteorological Society. 63, 1309-1313.

Archive of SID

www.SID.ir

Identifying optimal cropping patterns on dry-land areas in East Azerbaijan province

Shahryar Dashti,[1] Iraj Alahdadi,[2] Hamid Iran-Nejad,[2] Gholam Ali Akbari,[2] Seyed Mahmud Reza Behbahani,[3] Mohammad Hadi Nazarifar[3]and Abdolali Ghaffari[4]

[1]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.
[2]Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Abouraihan, University of Tehran, Tehran, Iran.
[3]Department of Irrigation and Drainage Engineering, College of Abouraihan, University of Tehran, Tehran, Iran.
[4]Dry land Agricultural Research Institute (DARI), Maragheh, Iran.

[*]Corresponding author: shdashti@maragheh.ac.ir

Abstract

Accurate production planning is required for crop yield to be accurately estimated. Therefore we will be able to gain a forecast at the macro level by determining market demand for developing or mitigating products or other planning issues related to production systems. In order to study optimal cropping patterns in East Azerbaijan Province, potential productivity for wheat, barley, chickpea and safflower were studied based on an analysis of supply and demand sources. The AEZ model was used to estimate the potential of yield, as proposed by FAO. In this way, it is assumed that the cultivars enjoy high efficiency and that limitations of water and soil, pests and diseases do not exist. To form data layers, IDW and kriging methods were used. Zonation of potential production was conducted using the overlapping layers in the GIS. Model validation was conducted using RMSE and the Willmott index of agreement. The estimated values were more than the actual quantities for wheat and barley (r^2=0.71) but, for chickpea and safflower, they were slightly lower than the actual data (r^2≅0.50). The production capacity was acceptable for all four crops in the study region. Land in that province was relatively suitable for rain-fed cultivation of wheat and barley. Conditions for growing chickpea were detected as marginally suitable and unsuitable lands for safflower growing were in the maximum. In most regions, wheat and barley potential production showed a moderate to high capability. Potential for chickpea production was higher in the southern regions of the province and safflower enjoyed this situation in the Eastern. SPA for each crop and the GPA for all of them and for various scenarios were calculated then, based on results achieved, the cropping patterns were calculated. The GPA index suggested that cropping patterns that included barley-chickpeas-safflower had the highest value. After that, were wheat-chickpeas and barley-chickpeas compositions.

Keywords: Geostatistics, Potential production, Special and general productivity attitude, Zoning.

Archive of SID

www.SID.ir