



## ارزیابی تنوع نظام‌های زراعی ایران

• علیرضا کوچکی و • مهدی نصیری محلاتی، اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد  
• احمد زارع فیض آبادی و • محمد جهان بین، مرکز تحقیقات کشاورزی استان خراسان

### چکیده

کارکرد اکوسیستمها مبتنی بر منابع ژنتیکی گیاهی، عملیات مدیریتی و عوامل زنده و غیر زنده محیطی می باشد و منابع ژنتیکی گیاهی نشان دهنده تنوع زیستی موجود در اکوسیستم‌های کشاورزی است که امروزه مفهوم گسترده تری را شامل شده و تنوع کلیه موجودات زنده اعم از گیاهان، جانوران و میکروارگانیسم هایی که به نحوی در تولید غذا به طور مستقیم یا غیر مستقیم نقش دارند را در بر دارد. علیرغم نقش اکولوژیکی که تنوع در پایداری و ویژگی‌های کارکردی اکوسیستم‌های کشاورزی دارا می باشد، مطالعات اندکی در این زمینه در جهان و به خصوص ایران انجام شده است. برای حفاظت و بهره‌برداری مطلوب از تنوع زیستی اکوسیستم‌های کشاورزی، شناخت ویژگیها و پراکندگی مکانی و زمانی اجزا آن در همه سطوح ضروری است. در مطالعه ای که به منظور ارزیابی تنوع زیستی کشاورزی ایران انجام گرفت اطلاعات مختلف از ۱۸۳ شهرستان از ۲۷ استان کشور جمع آوری گردید و پس از تجزیه و تحلیل این اطلاعات کلیه شاخص‌هایی که به نحوی در تنوع زیستی کشاورزی دخیل هستند محاسبه شدند. نتایج حاصل از این مطالعه در سه مقاله جداگانه ارائه شده و مجموعه حاضر بخش اول آن بر تنوع نظامهای زراعی متمرکز می‌باشد. نتایج حاصله بر اساس توزیع محصولات زراعی، نظامهای زراعی اصلی، تراکم زراعی، شاخص تناوب زراعی و شاخص کارایی تناوب زراعی ارائه گردیده است. به طور کلی دو نظام زراعی اصلی در کشور متمایز است که یکی مبتنی بر گندم و دیگری مبتنی بر برنج می‌باشد. نظام اول در کل کشور و نظام دوم عمدتاً در حاشیه دریای خزر توسعه یافته است. میانگین شاخص تراکم زراعی کشور کمتر از قاره آسیاست ولی با میانگین جهانی قابل مقایسه می باشد. تناوبهای زراعی رایج در کشور دارای تنوع زیادی نیست و طول دوره آنها کوتاه است و این امر باعث ناکارآمدی این تناوبها شده است. کشتهای مخلوط جایگاهی در نظامهای تولید ایران ندارند و به طور کلی تنوع زیستی کشاورزی ایران در مقیاس اکوسیستم‌های زراعی نسبتاً فقیر بوده و مدیریت آنها در جهت توسعه یکنواخت زراعت‌های آبی در تناوبهای کوتاه مدت طراحی شده است.

کلمات کلیدی: تنوع زیستی کشاورزی، تنوع نظام‌های زراعی، تناوب زراعی، تراکم زراعی، ایران.

Pajouhesh & Sazandegi No: 63 pp: 70 - 83

### Diversity of cropping systems in Iran

By: A. Koocheki, and M. Nassiri Mahallati Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad Zarea Fizabadi and G. Jahanbin, Khorasan Agricultural Research Center A.

Function of agricultural ecosystems is based on genetic resources, management practices and also on biotic and abiotic factors. Genetic pools are indicative of biodiversity in agroecosystems and today this has a rather wider concept and includes all organisms of plant, animal, microorganisms and origins which contribute directly or indirectly to food products. Despite the ecological importance of biodiversity in agricultural sustainability, little attention has been

given to this issue worldwide and particularly in Iran. For protection and utilization of agrobiodiversity, extensive understanding of their criteria and temporal and spatial distribution at all levels is required. In this study an attempt was made to evaluate agricultural biodiversity in Iran at all levels. For this purpose necessary data was collected from 183 countries in 27 provinces of the country and proper statistical analysis and different relevant indices was calculated. Present article is based on the first part of the series of articles prepared. Based on the results, distribution of all field crops, cropping systems, cropping intensity, rotation index and rotation efficiency index was investigated. It is apparent that there are two main cropping systems in the country, namely wheat-based and rice-based. The former is more extensive than the latter. Average cropping intensity index in the country is less than that for Asian, but it is comparable with the world average. Conventional crop rotation is not much diverse and all with short periods. This has caused a low efficiency for rotation systems. Polyculture has no significant role in this context and in general agricultural biodiversity at the ecosystem level is relatively poor and management tendency is towards monoculture of irrigated crops in short rotation periods.

**Keywords:** Agrobiodiversity, Cropping systems, Crop rotation, Cropping intensity, Iran.

## مقدمه

زیستی کشاورزی و تنوع کشاورزی نشان دادند که علیرغم استفاده یکسان از آنها در منابع علمی، مفهوم آنها کاملاً متفاوت می‌باشد.

با وجودی که اهمیت تنوع در اکوسیستم‌های زراعی توسط بسیاری از محققین مورد تأیید قرار گرفته ولی اطلاعات موجود در مورد اثرات متقابل بین این تنوع و کارکرد اکوسیستم‌های زراعی بسیار ناچیز است. این وجود توافق عمومی بر این است که افزایش تنوع، پیچیدگی ذاتی اکوسیستم‌های زراعی را افزایش داده و از این طریق فرآیندهای آن را تقویت می‌کند و بر همین اساس محققین مختلف طی دهه گذشته رابطه بین تنوع زیستی کشاورزی و پایداری کشاورزی را مورد تأکید قرار داده‌اند (۱۸،۸،۶).

Altieri (۴) با مطالعه نقش اکولوژیکی تنوع در اکوسیستم‌های زراعی اظهار داشت که اهمیت این تنوع فراتر از تولید مواد غذایی بوده و اثرات مثبتی نظیر گردش مواد غذایی، کنترل آفات و بیماریها و علفهای هرز را در بر دارد.

علیرغم اهمیت و نقش تنوع در کارکرد و نهایتاً پایداری اکوسیستم‌های زراعی، منابع علمی موجود در مورد تنوع زیستی کشاورزی در جهان و به خصوص در ایران بسیار محدود بوده و در مطالعات اندکی که انجام شده نیز عمدتاً به حفظ تنوع ژنتیکی توجه شده است (۲۹). تردیدی نیست که حفاظت و بهره‌گیری صحیح از تنوع زیستی موجود در اکوسیستم‌های زراعی پیش از هر چیز در گرو شناخت ویژگی‌ها و پراکندگی مکانی آن است که خود مستلزم مطالعه تنوع زیستی کشاورزی در سطوح مختلف از جمله سطح اکوسیستم، گونه‌های زراعی و ژنوتیپ‌های آنها می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی تنوع زیستی کشاورزی ایران در سطح اکوسیستم بوده و عناصر اصلی ایجاد تنوع مکانی و زمانی در نظام‌های زراعی کشور بر اساس شاخص‌های مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

اکوسیستم‌های زراعی نوعی نظام اکولوژیکی هستند که کارکرد آنها در جهت تولیدات کشاورزی سازماندهی شده و خصوصیت تولید آنها بر اساس مصرف نهاده‌های خارجی است (۴). محققین مختلف ناپایداری اکوسیستم‌های زراعی در مقایسه با اکوسیستم‌های طبیعی را ناشی از اتکاء آنها به نهاده‌های خارجی و عدم استفاده صحیح از روابط درونی اکوسیستم می‌دانند (۳۰، ۱۶، Conway (۹) با مطالعه اکوسیستم‌های زراعی چهار عامل اصلی تعیین کننده خصوصیات این اکوسیستم را منابع ژنتیکی گیاهی، عملیات مدیریت، عوامل زنده و غیر زنده محیطی ذکر کرد و بیان داشت که کارکرد اکوسیستم‌های زراعی بر این عوامل استوار است. عامل اول یعنی منابع ژنتیکی گیاهی نشان دهنده تنوع زیستی موجود در اکوسیستم‌های کشاورزی است که امروزه معنای وسیع‌تری یافته و با در بر گرفتن تنوع کلیه موجودات زنده اعم از گیاهان جانوران و میکروارگانیسم‌هایی که جهت تولید غذا و فعالیت‌های کشاورزی حائز اهمیت هستند به عنوان تنوع زیستی کشاورزی شناخته می‌شود (۱۱).

Almekinders و همکاران (۳) با اشاره به چهار عامل اصلی تعیین کننده خصوصیات اکوسیستم‌های زراعی (۹) اظهار داشتند که اثرات متقابل بین این عوامل باعث پیدایش تنوع کشاورزی در اکوسیستم‌های زراعی می‌شود. تنوع کشاورزی بر اساس تعریف Padoch, Brookfield (۶) عبارتست از روشهای مختلفی که زارعین توسط آن از تنوع طبیعی محیط جهت تولید محصولات زراعی استفاده می‌کنند. این روشها نه تنها انتخاب گیاهان زراعی بلکه مدیریت منابع آب و خاک و موجودات زنده را شامل می‌شود. Brookfield, Stocking (۷) با بررسی و توصیف واژه‌های تنوع

## مواد و روشها

### جمع آوری اطلاعات

داده‌های مورد نیاز جهت این مطالعه از شهرستانهای مختلف ۲۷ استان کشور جمع‌آوری گردید. نام استان، کد استان و تعداد شهرستانهای بررسی شده در هر استان در جدول ۱ آمده است. اطلاعات مربوط به هر شهرستان توسط سازمان جهاد کشاورزی استانها در پرسشنامه‌هایی که به همین منظور تهیه و توزیع شد و نیز از طریق مصاحبه‌های موردی با مسئولین مربوطه ثبت گردید. داده‌های مربوط به نوع محصولات زراعی و سطح زیر کشت هر محصول، تناوب زراعی رایج و کل مساحت اراضی قابل کشت جهت محصولات زراعی برای هر شهر از پرسشنامه‌ها استخراج و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### شناسایی نظامهای زراعی

کلید محصولات زراعی ابتدا به ۷ گروه شامل غلات زمستانه، برنج، دانه‌های روغنی، گیاهان علوفه‌ای، گیاهان قندی - نشاسته‌ای، حبوبات و گیاهان الیافی طبقه‌بندی شدند و محصولاتی که سطح زیر کشت آنها نامشخص یا بسیار محدود بود مجموعاً در گروه جداگانه‌ای با عنوان سایر محصولات قرار گرفتند. سپس درصد اراضی اختصاص یافته به هر گروه از محصولات برای هر شهرستان محاسبه شد. جهت تعیین درصد اراضی مربوط به گروه‌های مختلف محصولات در استان، سطح زیر کشت محصولات در شهرستانهای مختلف هر استان نسبت به کل سطح زیر کشت موزون شد و سپس میانگین وزنی بر اساس سطح زیر کشت موزون محاسبه گردید. میانگین سطح زیر کشت گروه‌های مختلف محصولات زراعی مربوط به ۲۷ استان کشور در معرض تجزیه کلاستر قرار گرفت تا از این طریق نظامهای زراعی اصلی کشور مشخص شده و بعلاوه استانهای مختلف بر اساس تشابه نظام زراعی دسته‌بندی شوند.

### شاخص تراکم زراعی

با استفاده از سطوح زیر کشت محصولات زراعی در شهرستانهای مختلف شاخص تراکم زراعی از رابطه زیر محاسبه شد

$$CII = Ca/Cp$$

که در آن CII شاخص تراکم زراعی، Ca سطح زیر کشت محصولات زراعی یکساله (هکتار) و Cp سطح کل موجود برای کشت گیاهان یکساله (با احتساب آیش) می‌باشد. مقدار CII کمتر از ۱ نشان‌دهنده حضور آیش در سیستم زراعی بوده و مقادیر بزرگتر از ۱ بیانگر بیش از یک محصول در سال می‌باشند.

### ارزیابی تناوب زراعی

تناوبهای رایج در شهرستانهای مختلف از پرسشنامه‌ها استخراج و بر اساس این اطلاعات، ابتدا شاخص تناوب زراعی<sup>۶</sup> (CRI) برای هر شهرستان و سپس میانگین استانی آن محاسبه گردید. CRI برابر ۱ نشان‌دهنده اجرای تناوب کامل بوده و مقادیر کمتر از ۱ نشان‌دهنده کسری از کل اراضی می‌باشد که نوع محصول آن با اجرای تناوب تغییر کرده‌است، بدیهی است که باقیمانده اراضی به همان محصول زراعی قبل اختصاص یافته است.

برای مثال  $CRI = 0.5$  نشان می‌دهد که ۵۰٪ اراضی زیر کشت با اجرای تناوب به محصول دیگری اختصاص یافته و ۵۰٪ باقیمانده با همان محصول سال قبل کشت می‌شود (با کشت ممتد یک محصول در طول زمان CRI به سمت صفر خواهد رفت). از آنجا که سطوح اراضی مربوط به تناوبهای مختلف در مورد همه شهرستانهای تحت بررسی از پرسشنامه‌ها قابل استخراج نبود، این شاخص تنها برای شهرستانهایی که داده‌های مربوط به آن موجود بوده محاسبه شد.

با وجودی که تناوب زراعی از مهمترین جنبه‌های مدیریتی مؤثر بر تنوع در اکوسیستم‌های زراعی می‌باشد ولی شاخص‌های دقیقی برای ارزیابی کمی اثرات آن وجود ندارد. در این مطالعه ارزیابی تناوب زراعی در کشور بر اساس شاخص کارآئی تناوب زراعی (CREI) و شاخص تنوع تناوب زراعی (CRDI) (۲۶) انجام گرفت. روش محاسبه این شاخص‌ها در ضمیمه ۱ آمده است.

جدول ۱ - کد استان، نام استان و تعداد شهرستانهای مطالعه شده در هر استان

کد استان	نام استان	تعداد شهرستان
۱	آذربایجان غربی	۱۸
۲	آذربایجان شرقی	۱۰
۳	اردبیل	۳
۴	اصفهان	۱۹
۵	ایلام	۷
۶	بوشهر	*۱
۷	تهران و مرکزی	۱۴
۸	چهارمحال و بختیاری	*۱
۹	خراسان	۲۵
۱۰	خوزستان	*۱
۱۱	زنجان	*۱
۱۲	سمنان	*۱
۱۳	سیستان و بلوچستان	*۱
۱۴	فارس	۲۰
۱۵	قزوین	*۱
۱۶	قم	*۱
۱۷	کردستان	۱۴
۱۸	کرمان	*۲
۱۹	کرمانشاه	۲۰
۲۰	کهگیلویه	*۱
۲۱	گلستان	*۱
۲۲	گیلان	۱۵
۲۳	لرستان	*۱
۲۴	مازندران	۱۶
۲۵	همدان	*۱
۲۶	هرمزگان	*۱
۲۷	یزد	*۱
	جمع	*۱۸۳

\* اطلاعات مربوط به استان به تفکیک شهرستان نبوده و به صورت کلی برای استان موجود بوده است.

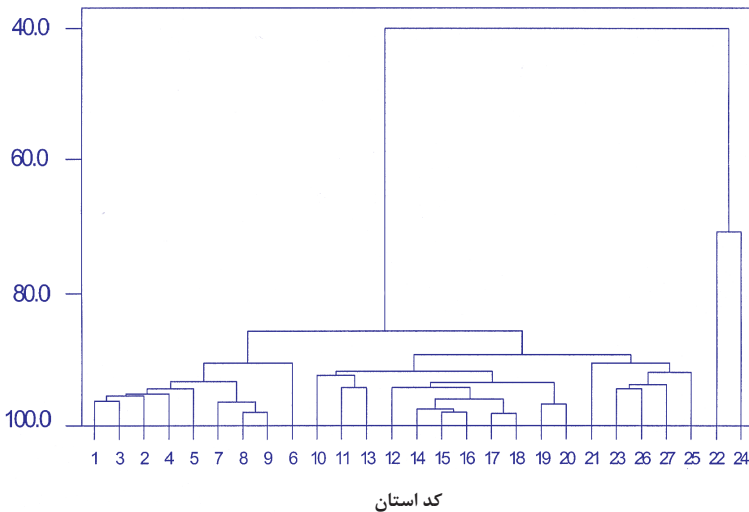
\*\* استانهایی که به صورت کلی مطالعه شده‌اند در جمع تعداد شهرستانها نیامده‌اند.

جدول ۲ - سطح زیر کشت (درصد) هر یک از محصولات زراعی در استانهای مختلف کشور (سال ۸۱ - ۱۳۸۰) ضریب تغییرات مربوط به سطوح زیر کشت در پراکنش آورده شده است.

کد استان	نام استان	غلات زمستانه	برنج	دانه‌های روغنی	گیاهان علوفه‌ای	گیاهان قندی/ نشاسته‌ای	حبوبات	گیاهان الیافی	سایر محصولات
۱	آذربایجان غربی	۶۰(۸)	-	۱۱(۴)	۶(۲)	۱۱(۴)	۹(۳)	-	۳
۲	آذربایجان شرقی	۶۳(۴)	-	-	۱۳(۴)	۹(۱)	۱۴(۵)	-	۲
۳	اردبیل	۶۲(۵)	-	۵(۴)	۶(۲)	۱۲(۳)	۸(۲)	۴(-)	۲
۴	اصفهان	۶۱(۳)	۴(-)	-	۹(۳)	۱۶(۴)	۷(۲)	-	۳
۵	ایلام	۶۵(۷)	۲(-)	-	۱۴(۲)	۵(۱)	۱۲(۴)	-	۲
۶	بوشهر	۷۸(۵)	-	۸(۳)	۵(۳)	۲(-)	-	-	۷
۷	تهران و مرکزی	۶۰(۲)	-	۱۱(۴)	۷(۱)	-	۱۴(۶)	۶(-)	۲
۸	چهارمحال و بختیاری	۶۳(۶)	-	-	۱۸(۴)	۶(۲)	۱۱(۴)	-	۲
۹	خراسان	۶۰(۵)	۲	-	۱۱(۲)	۱۳(۳)	۸(۳)	۴(-)	۲
۱۰	خوزستان	۷۰(۹)	۵(-)	۳	۸(۳)	۶(-)	۶(۳)	-	۲
۱۱	زنجان	۷۶(۱۱)	۱	-	۵(۱)	۱۱(۴)	۷(۲)	۸(-)	۲
۱۲	سمنان	۶۵(۴)	-	۲	۵(۱)	۱۱(۳)	۷(-)	۸(-)	۲
۱۳	سیستان و بلوچستان	۸۱(۸)	-	۱۳	-	-	-	-	۶
۱۵	قزوین	۶۶(۱۲)	-	۷(۲)	-	۵(-)	۱۹(۱۴)	-	۳
۱۷	کردستان	۶۳(۱۶)	-	-	۱۲(۴)	-	۲۱(۵)	-	۴
۱۸	کرمان	۶۲(۹)	-	-	۱۲(۵)	۵(-)	۱۲(۳)	۸(-)	۱
۱۹	کرمانشاه	۶۹(۱۶)	-	-	۵(-)	۱۸(۵)	۵(-)	-	۳
۲۰	کهگیلویه	۷۲(۱۱)	۱	-	۸(۳)	-	۱۵(۳)	-	۴
۲۱	گلستان	۷۹(۸)	۷(-)	۲(-)	-	-	-	۱۰(-)	۲
۲۲	گیلان	-	۷۶(۱۰)	۵(-)	۱۱(۴)	-	۶(۲)	-	۲
۲۳	لرستان	۷۰(۱۴)	-	-	-	-	۲۷(۴)	-	۳
۲۴	مازندران	۱۹(۷)	۴۸(۱۴)	۱۳(۴)	۷(-)	-	۵(-)	۷(-)	۱
۲۵	همدان	۸۰(۱۹)	-	-	۸(۳)	۵(-)	۵(-)	-	۲
۲۶	هرمزگان	۷۱(۱۲)	-	۵(-)	۱۲(۲)	۹(-)	-	-	۳
۲۷	یزد	۶۴(۱۱)	-	۸(-)	۲۲(۴)	-	۱(-)	۳(-)	۲

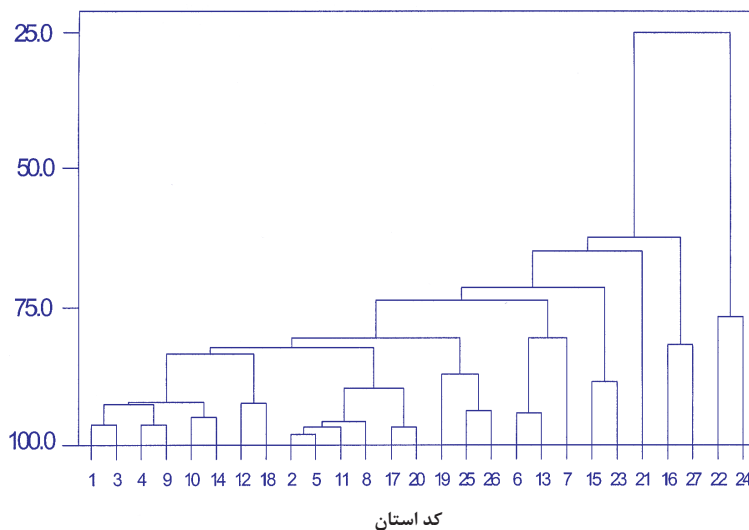
می‌باشد<sup>۱۰</sup>. استانهای گیلان و مازندران دارای نظام مبتنی بر برنج بوده و در سایر استانهای کشور نظام مبتنی بر گندم حاکم است. با وجودی که بر اساس نتایج تجزیه کلاستر مناطقی که دارای نظام زراعی مبتنی بر گندم هستند خود به سه گروه تقسیم‌بندی شده‌اند (شکل ۱) ولی از آنجا که هر سه گروه دارای ضریب تشابه بالاتر از ۸۰ می‌باشد، می‌توان کلیه این استانها را در یک گروه قرار داد. استان گلستان بر اساس جدول ۲ و با توجه به سطح زیر کشت غلات زمستانه و برنج (به ترتیب ۱۹ و ۴۸ درصد) در حد واسط بین دو نظام زراعی

### Similarity



شکل ۱- دندروگرام مربوط به تجزیه کلاستر بر روی استانهای کشور و گروه‌بندی آنها براساس سطح زیر کشت غلات زمستانه و برنج، جهت تشخیص نام استان براساس کد مربوط به آن به جدول ۲ مراجعه شود.

### Similarity



شکل ۲- دندروگرام مربوط به تجزیه کلاستر بر روی استانهای مختلف کشور (گروه‌بندی استانها براساس سطح زیر کشت ۷ گروه اصلی محصولات زراعی می‌باشد) جهت تشخیص نام استان براساس کد مربوط به آن به جدول ۲ مراجعه شود

## کشتهای مخلوط

حضور کشتهای مخلوط یکی از شاخصه‌های مهم در تنوع نظامهای زراعی می‌باشند. بر اساس اطلاعات بسیار محدود قابل استخراج از پرسشنامه‌ها، جایگاه این نوع کشت در سیستم‌های زراعی کشور بر اساس نسبت سطح زیر کشت مخلوط به کل سطح زیر کشت گیاهان زراعی محاسبه گردید.

## نتایج و بحث

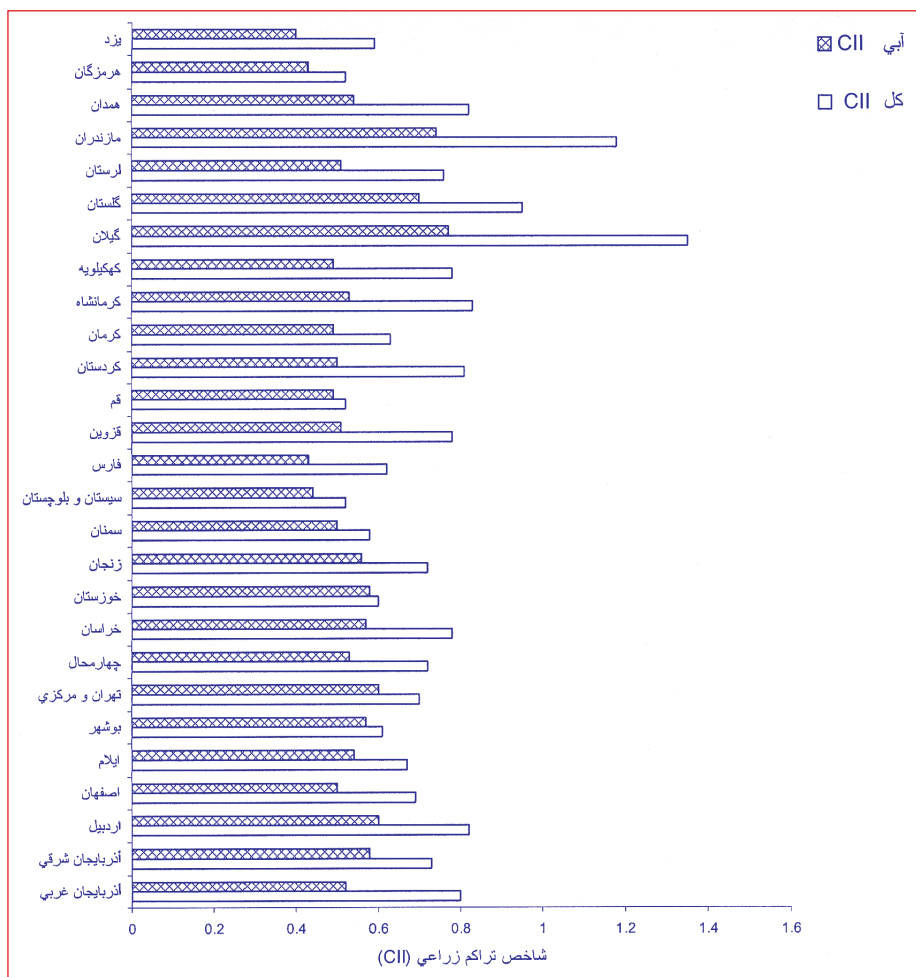
### توزیع محصولات زراعی

استانهای کشور علیرغم تشابه قابل ملاحظه در درصد تخصصی اراضی به غلات زمستانه (گندم و جو)، تفاوت نسبتاً زیادی از نظر سطح زیر کشت سایر گروه‌های محصولات زراعی نشان دادند (جدول ۲). به جز استانهای حاشیة دریای خزر (گیلان و مازندران) که در آنها برنج محصول زراعی اصلی محسوب می‌شود، در سایر استانها غلات زمستانه بیشترین سطح زیر کشت را بخود اختصاص داده است. اراضی اختصاص یافته به غلات زمستانه از حداقل ۱۹ درصد در استان مازندران تا حداکثر ۸۱ درصد در استان سیستان و بلوچستان نوسان داشت. با وجودی که این دامنه ۶۲ درصدی با ضریب تغییرات (CV) معادل ۱۷/۱ درصد گسترده به نظر می‌رسد ولی حذف استان مازندران باعث کاهش این دامنه و ضریب تغییرات به ترتیب به ۲۱ و ۹/۱ درصد شد که نشان‌دهنده یکنواختی توزیع اراضی مربوط به غلات زمستانه در کشور می‌باشد.

توسعه کشت غلات و اتکاء غذایی به این محصولات از ویژگیهای مناطق خشک و نیمه خشک جهان با زمستانهای نسبتاً سرد تا سرد از جمله ایران می‌باشد و نظیر همین وضعیت در کشورهای مجاور نظیر عراق، سوریه، ترکیه و تا حدودی پاکستان نیز مشاهده می‌شود (۲۹،۲۵). Rejesus و همکاران (۲۴) توسعه کشت غلات زمستانه در این مناطق آسیا را به دلیل مقاومت این گیاهان به تنشهای محیطی (خشکی، گرما و تا حدودی شوری)، هزینه کم تولید و بالا بودن تنوع ژنتیکی این محصولات در خاورمیانه می‌دانند. به نظر می‌رسد که هر سه عامل فوق به ویژه تنوع ژنتیکی این گروه از غلات در توسعه زراعت این محصولات در ایران حائز اهمیت می‌باشد.

### نظامهای زراعی اصلی

تجربه کلاستر بر روی داده‌های مربوط به سطح زیر کشت غلات پاییزه (گندم و جو) و نیز برنج در استانهای مختلف کشور (شکل ۱) نشان داد که علیرغم نوسانات مشاهده شده در میان گروه‌های اصلی محصولات زراعی (جدول ۲) تنها دو نظام زراعی اصلی در کشور وجود دارد که یکی مبتنی بر گندم<sup>۱</sup> و دیگری مبتنی بر برنج



شکل ۳- شاخص تراکم زراعی کل و شاخص تراکم زراعی آبی برای استانها مختلف کشور

### تراکم زراعی

میانگین شاخص تراکم زراعی (CII) در کشور ۰/۷۴ و ضریب تغییرات آن معادل ۰/۲۵ محاسبه شد. استانهای گیلان و مازندران به ترتیب با CII معادل ۱/۳۵ و ۱/۱۸ بالاترین و استانهای قم و هرمزگان با CII حدود ۰/۵۲ کمترین شاخص تراکم زراعی را به خود اختصاص داده‌اند و CII سایر استانهای کشور کمتر از ۱ می‌باشد (شکل ۳). میانگین و ضریب تغییرات CII در مورد زراعت آبی (نسبت مساحت زیر کشت آبی به کل مساحت اراضی قابل کشت) به ترتیب ۰/۵۲ و ۱/۱۶ بدست آمد که کمترین مقدار آن مربوط به استانهای یزد (۰/۴)، هرمزگان (۰/۴۱) و فارس (۰/۴۳) و بالاترین آن مربوط به استانهای گیلان (۰/۶۶)، مازندران و گلستان (۰/۶) بود (شکل ۳).

CII شاخص ساده‌ای است که شدت بهره‌برداری از اراضی زراعی را بیان می‌کند. با وجودی که میانگین جهانی CII نسبتاً زیاد بوده و معادل ۰/۸ می‌باشد (۱۳) ولی به نظر می‌رسد که این شاخص در مقیاس منطقه‌ای تغییرات زیادی از خود نشان می‌دهد. حضور دوره‌های آیش در سیستم‌های تولید عامل اصلی کاهش CII است. برای مثال این شاخص در کشور سوئد

قرار دارد (شکل ۱).

مطالعات مختلف وجود دو سیستم مبتنی بر برنج و مبتنی بر گندم (غلات زمستانه) را به عنوان نظامهای زراعی اصلی قاره آسیا مورد تأیید قرار داده است (۲۲). تنوع نظامهای زراعی در وهله اول در راستای تنوع اقلیمی بوده و پس از آن به تنوع خصوصیات خاک مربوط می‌شود که خود متأثر از ویژگیهای اقلیمی می‌باشد (۲۱).

Glisseman (۱۶) نشان داد که از نظر اکولوژیکی، اقلیم و ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاکها که خود تابعی از اقلیم هستند، اساس شکل‌گیری و تنوع موجود در اکوسیستم‌های زراعی جهان می‌باشند. بر این اساس به نظر می‌رسد که حضور و توزیع مکانی این دو نظام زراعی در ایران نیز بر مبنای ویژگیهای اقلیمی کشور استوار است. با رندگی و درجه حرارت مناسب همراه با خصوصیات مطلوب خاک شرایط لازم جهت توسعه کشت برنج را در بخشهای شمالی کشور فراهم ساخته و استان مازندران با توجه به ویژگیهای اقلیمی آن، در حد واسط این دو نظام جای گرفته است. کشت پراکنده برنج در برخی نقاط کشور نظیر استانهای اصفهان و خوزستان (جدول ۲)

اگرچه به مناطق محدودی که آب کافی موجود می‌باشد منحصر می‌شود با این حال نشان‌دهنده تنوع وسیعی اقلیمی در کشور است. از آنجا که استانهای گیلان و مازندران بخش نسبتاً کوچکی از کشور را شامل

می‌شوند، می‌توان اظهار داشت که نظام زراعی اصلی کشور مبتنی بر گندم بوده و در نتیجه شکل‌گیری تنوع زراعی نیز در نهایت بر این محصول استوار است. Bajwa (۵) اظهار داشت که علیرغم توسعه نسبتاً وسیع کشت برنج در پاکستان، نظام زراعی حاکم بر این کشور نیز مبتنی بر گندم می‌باشد. تجزیه کلاستر بر روی سطح زیر کشت کلیه گروه‌های محصولات زراعی جهت دسته‌بندی استانها نیز در شکل ۲ نشان داده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که استانهای آذربایجان غربی و اردبیل، اصفهان و خراسان، خوزستان و فارس، سمنان و کرمان، آذربایجان شرقی و ایلام، زنجان و چهارمحال و بختیاری، کردستان و کهگیلویه، بوشهر و سیستان و بلوچستان، قزوین و لرستان، قم و یزد، و گیلان و مازندران بر اساس سطح زیر کشت مجموعه محصولات زراعی در گروه‌های مشترکی جای داشته و استانهای تهران و مرکزی، گلستان و کرمانشاه در حد واسط آنها قرار داشتند. لازم به ذکر است در مورد برخی از این گروه‌های شاخص تشابه بسیار بالا بوده و بر این اساس تفاوت بین استانها از نظر تخصیص اراضی به محصولات چشمگیر نمی‌باشد (شکل ۲).

نظیر پنبه یا حتی کنجد در تناوب با غلات قرار گیرند. جدول ۳ به وضوح نشان‌دهنده چنین وضعیتی در سایر استانهای کشور می‌باشد.

تناوب غلات - حبوبات شکل دیگری از تناوبهای رایج می‌باشد که عمدتاً در مناطق سردسیر با استعداد کافی جهت تولیدات دیم، شکل گرفته است. با معرفی گیاه روغنی کلزا در سالهای اخیر این احتمال وجود دارد که در آینده کلزا نیز به‌عنوان گیاه پائیزه در تناوب قرار گیرد. به‌عنوان مثال می‌توان به تناوب جالب غلات - چغندر - کلزا - بونجه در استان کرمانشاه اشاره کرد. حضور دو گیاه پائیزه در این تناوب علاوه بر افزایش طول دوره، تنوع گونه‌ای آن را نیز افزایش داده است.

در نظامهای مبتنی بر برنج نیز تناوبهای کوتاه رایج است و قراردادن برنج در تناوب با بقولات (حبوبات یا شبدر) مهمترین شکل توالی گیاهان در استانهای گیلان و مازندران می‌باشد. توسعه کشت کلزا در استان مازندران باعث شکل‌گیری تناوب جدیدی به صورت کلزا - گیاهان ردیفی شده که نشان‌دهنده احتمال ورود کلزا به عنوان گیاه پائیزه در این نظام زراعی است. به طور کلی آیش در سیستم‌های تناوبی کشور، به جز در مناطق دیم جایگاه مهمی ندارد. اتکاء به آبیاری و کوچک بودن سطح واحدهای تولیدی دلیل اصلی حذف آیش از تناوبهای کشور می‌باشد.

شاخص تناوب (CRI) در کلیه استانهای کشور پائین بوده (جدول ۴) و نشان می‌دهد که در تناوبهای رایج، غلات پائیزه به طور کامل با محصول زراعی جدید جایگزین نشده بلکه تنها مساحت محدودی از آن (در حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد) در تناوب با محصول بعدی قرار می‌گیرد. بنابراین در هر دو سیستم مبتنی بر برنج و مبتنی بر گندم کشور در واقع نوعی کشت ممتد غلات یا برنج رواج دارد که در طول زمان بخش محدودی از سطح زیر کشت محصول اصلی با یک یا حداکثر ۲ گونه زراعی در تناوب قرار می‌گیرد.

مؤلفه‌های اصلی تعیین‌کننده کارائی تناوبهای زراعی رایج کشور و شاخص کارائی این تناوبها در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که به طور کلی هیچیک از تناوبهای رایج از نظر میزان پوشش زمین، تأثیر بر فشردگی خاک و بهبود ساختمان خاک، کارائی قابل قبولی ندارند. البته حضور غلات و گیاهان ردیفی در تناوبهای رایج به دلیل تفاوت عمق و سیستم ریشه‌های این گونه‌ها، کارائی نسبتاً خوبی را از نظر توزیع زمانی ریشه در خاک فراهم ساخته است. نکته حائز اهمیت در مؤلفه‌های کارائی تناوبهای زراعی، بالا بودن نسبی امتیاز ذخیره رطوبت است (جدول ۴).

می‌توان نتیجه‌گیری کرد که شکل‌گیری این تناوبها اساساً ناشی از اقلیم‌های خشک و نیمه خشک حاکم بر کشور بوده و طراحی آنها در جهت حفظ رطوبت و استفاده از آن می‌باشد. با این وجود شاخص کارائی تناوبها (CREI، جدول ۴) در تمامی استانهای کشور بین صفر تا ۰/۵ در تغییر است که مؤید کارائی ضعیف تناوبهای رایج می‌باشد. بسیاری از اکولوژیستها، تناوب در اکوسیستم‌های زراعی را با توالی در اکوسیستم‌های طبیعی قابل مقایسه دانسته و تناوب زراعی را از نظر ایجاد تنوع زمانی در نظام تولیدی حائز اهمیت می‌دانند (۱۰، ۲۹). البته موفقیت تناوب زراعی در تحقق این اهداف در گرو توالی مطلوب گونه‌های گیاهی خواهد بود.

Virmani و همکاران (۲۷) با بررسی خصوصیات زراعی حبوبات نشان دادند که کاهش عملکرد، عدم ثبات و حساسیت این گیاهان به بسیاری از تنشهای زنده و غیر زنده، نقش حبوبات را در نظامهای زراعی تضعیف می‌کند ولی با این حال در بسیاری از نقاط جهان تناوب غلات، حبوبات

به دلیل سهم نسبتاً زیاد آیش بسیار پایین و حدود ۰/۴ می‌باشد (۲۸). با این وجود تنوع شرایط اقلیمی نیز سهم مهمی در تغییرات این شاخص دارد. به طوریکه مقدار CII در مناطق معتدله به دلیل محدودیت فصل رشد و دما پائین بوده و میانگین آن در کشورهای اروپایی ۰/۶-۰/۵ می‌باشد (۱۲). قاره آسیا با میانگین CII معادل ۱ بالاترین تراکم زراعی در جهان را داراست و کشورهای چین، هند و اندونزی با متوسط CII معادل ۱/۲-۱/۱ سهم عمده‌ای در میانگین قاره آسیا دارند (۱۳). میانگین CII ایران (۷۴/۰) در حدود میانگین جهانی بوده ولی از تغییرات نسبتاً زیادی برخوردار است. در مناطقی که سیستم زراعی آنها بر برنج مبتنی است (گیلان، مازندران) و نیز استان گلستان که وجود آب کافی و شرایط مناسب اقلیمی امکان کشت متوالی چند محصول در سال را فراهم می‌کند CII معادل ۱ یا بالاتر از ۱ می‌باشند. Johansen و همکاران (۱۷) در برخی مناطق هندوستان که شرایط اقلیمی امکان کشت متوالی چند محصول در سال را فراهم می‌کند CII حدود ۳ را نیز گزارش کرده است. در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک که آیش سهم تعیین‌کننده‌ای در انتقال رطوبت بین فصول زراعی دارد (۲۸) شاخص تراکم زراعی کاهش خواهد یافت که پائین بودن CII در مناطق خشک ایران نیز تأییدی بر این موضوع است (شکل ۳).

میانگین CII زراعت آبی ایران (۰/۵۳) به مراتب بالاتر از میانگین قاره آسیا (۰/۴) است (۱۳) و این موضوع نشان می‌دهد که حدود ۵۰٪ اراضی کشور تحت آبیاری می‌باشند. این وضعیت تا حدودی با این واقعیت که بیش از ۹۳ درصد منابع آبی کشور در بخش کشاورزی به مصرف می‌رسد (۱) مطابقت دارد. با وجودی که CII زمین‌های آبی کشور از تغییرات اندکی برخوردار است ولی مقایسه مقادیر آن با CII کل (شکل ۳) جالب توجه می‌باشد. برای مثال CII کل در استان خوزستان ۰/۶ و CII زمین‌های آبی در آن استان معادل ۰/۵۸ است که نشان می‌دهد تقریباً تمامی سیستم زراعی این استان تحت آبیاری است در حالیکه در استان کرمانشاه با وجودی که CII کل معادل ۰/۸۳ می‌باشد، تنها ۵۲٪ اراضی زیر کشت آبیاری می‌شوند. به نظر می‌رسد مناطق نیمه مرطوب کشور (استانهای غرب و شمال غربی) که امکان توسعه کشت دیم فراهم می‌باشد در مقایسه با مناطق نیمه خشک و خشک دارای CII کل بالاتر و CII آبی کمتری هستند. گزارشات مربوط به قاره آسیا (۲۸) نیز نشان می‌دهد که CII آبی در مناطق غربی آسیا دو برابر بیشتر از مقدار این شاخص در آسیای جنوب شرقی می‌باشد.

### تناوب زراعی

همانگونه که انتظار میرود تناوبهای رایج در استانهای کشور بر گیاه غالب در نظام زراعی استوار است و بر این اساس دو گروه تناوب مبتنی بر غلات زمستانه و برنج قابل تشخیص می‌باشد (جدول ۳). در تناوبهای مبتنی بر غلات که بجز در استانهای گیلان و مازندران در سایر نقاط کشور رواج دارد، دو ویژگی اصلی قابل توجه است. یکی کوتاه بودن دوره تناوب و دیگری تنوع اندک گونه‌های زراعی موجود در تناوب. تناوب غلات و گیاهان ردیفی مهمترین شکل توالی گیاهان زراعی کشور است که در آن گیاه زراعی ردیفی بسته به شرایط اقلیمی تنوع یافته است. برای مثال در استان پهنآوری نظیر خراسان تنوع اقلیمی این امکان را فراهم کرده است که گیاهان سرما دوستی نظیر چغندر قند و سیبزمینی و یا گیاهان گرمادوست

جدول ۳ - تناوبهای زراعی اصلی در استانهای مختلف کشور

آذربایجان غربی	غلات پائیزه - گیاهان ردیفی بهاره (آفتابگردان - پنبه - چغندر، سیبزمینی، ذرت) غلات پائیزه - حبوبات سیبزمینی - چغندر - کلزا
آذربایجان شرقی	غلات پائیزه - گیاهان ردیفی بهاره (آفتابگردان - سیبزمینی - چغندر) غلات - حبوبات غلات - یونجه
اردبیل	غلات - گیاهان ردیفی بهاره گیاهان ردیفی بهاره ( آفتابگردان، چغندر، سیبزمینی، ذرت) غلات - حبوبات غلات - یونجه
اصفهان	غلات - گیاهان ردیفی (پنبه، چغندر، ذرت، سیبزمینی) غلات - ارزن غلات - علوفه (شیدر / یونجه) غلات - حبوبات
ایلام	غلات - حبوبات غلات - علوفه (شیدر / یونجه) غلات - گیاهان ردیفی
بوشهر	_____
تهران و مرکزی	غلات - حبوبات غلات - یونجه غلات - گیاهان ردیفی
چهارمحال و بختیاری	_____
خراسان	غلات - حبوبات غلات - یونجه غلات - گیاهان ردیفی (پنبه - چغندر، ذرت، سیبزمینی، کنجد) گندم - جو
خوزستان	غلات - یونجه غلات - گیاهان ردیفی گندم - جو
زنجان	غلات - حبوبات گندم - جو غلات - گیاهان ردیفی
سمنان	_____
سیستان و بلوچستان	_____
فارس	غلات - گیاهان ردیفی (سیب زمینی، ذرت، چغندر، آفتابگردان، دانه‌های روغنی) غلات - حبوبات غلات - آیش - غلات
قزوین قم	_____



گلستان	غلات - حبوبات غلات - یونجه غلات - گیاهان ردیفی سیب زمینی - غلات - چغندر قند
کرمان	
کرمانشاه	غلات - حبوبات غلات - گیاهان ردیفی (آفتابگردان - لوبیا، سببزمینی، چغندر، ذرت) غلات - گیاهان ردیفی - یونجه غلات - چغندر - کلزا - یونجه
کهگیلویه	
گیلان	برنج - شبدر برنج - آیش برنج - حبوبات (باقلا) حبوبات - دانه های روغنی
گلستان	
لرستان	غلات - گیاهان ردیفی (ذرت، سویا، چغندر قند) غلات - حبوبات غلات - علوفه (شبدر / یونجه)
مازندران	برنج - حبوبات برنج - شبدر غلات - گیاهان ردیفی (سویا، دانه های روغنی، توتون - پنبه) کلزا - گیاهان ردیفی
همدان	غلات - حبوبات چغندر - گندم، آیش غلات - علوفه غلات - گیاهان ردیفی (سیب زمینی - چغندر)
هرمزگان	غلات - غلات غلات گیاهان ردیفی (ذرت - سببزمینی)
یزد	غلات - گیاهان ردیفی (پنبه - دانه های روغنی)
	غلات - حبوبات
	غلات - یونجه

تناب و تفاوت های رشدی گونه های موجود در آن شرط اصلی موفقیت تناب در افزایش تنوع در سیستم زراعی است. بر این اساس تناب هایی که تعداد گونه های زراعی موجود در آن از ۴ گونه کمتر باشد، نقش چندانی در افزایش تنوع ندارند. محاسبه شاخص تنوع تناب های زراعی کشور (CRDI، جدول ۴) نیز نشان می دهد که تناب های رایج فاقد امتیاز کافی از نظر ایجاد تنوع زمانی در نظام تولیدی می باشند. حذف این تنوع که ناشی از گرایش به کشت ممتد یک یا تعداد محدودی گونه زراعی است از ویژگی های بارز

به کشت ممتد غلات ترجیح داده شده است. این محققین اشاره کرده اند که حضور حبوبات ثبات عملکرد غلات را احتمالاً به دلیل بالا بردن تنوع، افزایش می دهد. با وجودی که تناب غلات - حبوبات تقریباً در تمامی مناطق کشور رایج می باشد ولی اظهار نظر در مورد علت حضور گسترده این تناب دشوار بوده و به نظر می رسد که انتخاب این تناب در ایران عمدتاً به دلیل استفاده بهتر از رطوبت باشد. Friebe, Kepke (۱۴) اظهار داشتند که طولانی بودن طول دوره

وجود دارد. عمده‌ترین مخلوط‌های رایج در کشور در جدول ۵ ارائه شده است. با وجودی که بسیاری از محققین (۲۰،۱۸،۲) حضور کشتهای مخلوط در سیستم‌های زراعی را مهمترین عامل افزایش تنوع در اکوسیستم‌های زراعی می‌دانند، وجود این نوع کشت در نظامهای زراعی ایران بسیار محدود و در واقع قابل چشم‌پوشی می‌باشد.

نظامهای کشاورزی پرنهاده است (۲۳،۱۹،۲) که غالبیت آن در ایران قبلاً با ارائه تناوبهای رایج (جدول ۳) و شاخص تناوب زراعی (جدول ۴) مورد بررسی قرار گرفت.

### کشت‌های مخلوط

زراعت مخلوط به صورت پراکنده در سطوح کم در برخی از استانهای کشور

جدول ۴ - شاخص تناوبزراعی (CRI) شاخص کارائی تناوب زراعی (CREI) و مؤلفه‌های آن و شاخص تنوع تناوب زراعی (CRDI) برای استانهای مختلف کشور (۱)

نام استان	(CRI) <sup>۲</sup>	میزان پوشش	عمق ریشه‌دهی	فشردگی خاک	ساختمان خاک	ذخیره رطوبت	CREI	CRDI
آذربایجان غربی	۰/۳۱	۲ -	۳ - ۲/۵	- ۲	۰ - ۰/۵	۱/	۰ - ۰/۲۵	- ۰/۵
آذربایجان شرقی	۰/۳۷	- ۲	۲	- ۲	-	۱/۵	۰ - ۰/۵	- ۰/۵
اردبیل	۰/۲۳	۰/۲	۲/۵ - ۳	- ۲	۰/۵ - ۱	۱/۵	۰ - ۰/۵	۰
اصفهان	۰/۳۹	- ۲	۲/۵	- ۲	۰/۵	- ۱ ۱/۵	۰	۰/۵
ایلام	۰/۲۵	- ۲	۲	- ۲	۰	۱/۵	۰	۰/۵
بوشهر	-	-	-	-	-	-	-	-
تهران و مرکزی	-	- ۲	۲	- ۲	۰	۱/۵	۰	۰/۵
چهارمحال و بختیاری	-	-	-	-	-	-	-	-
خراسان	۰/۳۱	- ۲	۲/۵	- ۲	۰/۵	۱/۵	۰/۵	۰
خوزستان	-	۲ تا - ۱	- ۱ ۲	- ۳ تا - ۲	۰ تا - ۱	۰/۵ - ۱	۰ - ۰/۵	- ۰/۵
زنجان	-	۲ تا - ۱	- ۱ ۱/۵	- ۲	۰/۵ - ۱	۱ - ۱/۵	۰	- ۰/۵
سیستان و بلوچستان	-	-	-	-	-	-	-	-
فارس	۰/۳۷	- ۲	- ۲ ۲/۵	- ۲	۰ - ۰/۵	۱/۵	۰ - ۰/۵	۰
قزوین	-	-	-	-	-	-	-	-
قم	-	-	-	-	-	-	-	-
کردستان	-	- ۲	۲	- ۲	۰	۱/۵	۰	۰
کرمان	-	-	-	-	-	-	-	-
کرمانشاه	۰/۲۹	- ۱/۵	۲	- ۲	۰	۱/۵	۰	۰
کهگیلویه	-	-	-	-	-	-	-	-
گیلان	۰/۱۹	- ۲/۵	۲	- ۲	۰	۱	- ۰/۵	۰
گلستان	-	-	-	-	-	-	-	-
لرستان	- ۰/۳۰	- ۲	۲	- ۲	۰	۱/۵	۰	۰
مازندران	۰/۲۱	- ۲	- ۲	- ۲	۰	۱/۲۵	- ۰/۵	۰
همدان	۰/۲۴	- ۲	۲	- ۲	۰	۱/۵	۰	-
هرمزگان	-	- ۳	- ۱ ۲	- ۳ تا - ۲	۰ تا - ۱	۱ - ۱/۵	۰/۵ تا ۰	-
یزد	-	- ۲	۲	- ۲	۰	۱/۵	۰	-

۱ - شاخص‌های ذکر شده در جدول بر اساس مجموعه تناوب‌های رایج استان (جدول ۳) محاسبه شده است.

۱- در مورد استانهایی که داده‌ها کافی وجود داشته و صرفاً بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده در این تحقیق محاسبه شده است.

Glissernan (۱۶) کشتهای مخلوط را از ویژگیهای نظامهای زراعی مناطق گرمسیری ذکر کرده و وجود فصل رشد طولانی را شرط توسعه این نوع کشت می‌داند. سایر گزارشات (۱۱،۱۵) نیز مؤید محدودیت سیستم‌های مخلوط در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشند. به نظر می‌رسد که محدودیت این نوع سیستم‌ها در ایران نیز عمدتاً به دلیل موانع و محدودیتهای اقلیمی از یکسو و گرایش به سمت نظامهای پر نهاده از سوی دیگر باشد.

### سیاسگزاری

بودجه این تحقیق از محل صندوق مشترک پژوهش قطب علمی گیاهان زراعی ویژه و مرکز تحقیقات کشاورزی استان خراسان تامین شده است.

### پاورقی‌ها

- 1 - Agrobiodiversity
- 2 - Agrodiversity

جدول ۵- کشتهای مخلوط رایج و شاخص کشت مخلوط (نسبت اراضی زیر کشت مخلوط به کل سطح زیرکشت) در استانهای کشور

استان*	نوع کشت مخلوط	شاخص کشت مخلوط
آذربایجان شرقی	یونجه + اسپرس؛ یونجه+جو	۰/۰۲
اصفهان	جو+شیدر؛ پنبه+صیفی جات	۰/۰۴
ایلام	شیدر+جو	-
تهران و مرکزی	یونجه+جو؛ آفتابگردان+علوفه	-
فارس	غلات +علوفه	۰/۰۲
کرمانشاه	غلات+علوفه	-
گیلان	کلزا+شیدر	۰/۰۴
مازندران	جو+شیدر؛ پنبه+کنجد	-
خراسان	غلات+یونجه	-

\* در سایر استانها کشت مخلوط گزارش نشده است.

- 3 - Weighted mean
- 4 - Cluster Analysis
- 5 - Cropping Intensity Index (CII)
- 6 - Crop Rotation Index
- 7 - Crop Rotation Efficiency Index
- 8 - Crop Rotation Diversity Index
- 9- Wheat - Based system
- 10- Rice - Based system

### منابع مورد استفاده

- ۱ - کشاورز و، ع و ک. صادق زاده. ۱۳۷۹. مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی، برآورد تقاضا برای آینده، بحران خشکسالی، وضعیت موجود چشم اندازهای آینده و راه کارهایی جهت بهینه سازی مصرف آب. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۲۹ صفحه.
- ۲ - نصیری محلاتی، م، ع، کوچکی، پ. رضوانی مقدم و ع. بهشتی (ترجمه) ۱۳۸۰ آگرواکولوژی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد..

- 3 - Almekinders، C، L. Fresco and P، Struik، 1995. The need to study and manage variation in agro -ecosystems. Netherlands Journal of

### جمع بندی

نتایج این بررسی نشان داد که به طور کلی دو نظام زراعی مبتنی بر گندم و مبتنی بر برنج در ایران وجود دارد. نظام مبتنی بر گندم نظام غالب در کشور می‌باشد که به جز استانهای حاشیة دریای خزر در سایر مناطق کشور توسعه یافته است. میانگین شاخص تراکم زراعی کشور پایین تر از میانگین قاره آسیا ولی قابل مقایسه با میانگین جهانی است. در حالیکه به علت گسترش سیستم‌های تولید آبی، میانگین شاخص تراکم زراعی برای کشتهای آبی بسیار بالا باشد. تناوبهای زراعی رایج در سیستم‌های تولید کشور از تنوع زیادی برخوردار نبوده و از نظر طول دوره تناوب نیز کوتاه هستند. این امر باعث شده تا کارایی این تناوبها بسیار پائین باشد. به طور کلی کشتهای مخلوط جایگاهی در نظامهای تولید کشور ندارند و سطح زیر کشت آنها در مقایسه با کشتهای خالص در هیچیک از استانهای کشور از ۴ درصد تجاوز نمی‌کند. بر اساس نتایج این پژوهش تنوع زیستی کشاورزی ایران در مقیاس اکوسیستم‌های زراعی نسبتاً فقیر بوده و مدیریت این نظام‌ها در جهت توسعه یکنواخت زراعت‌های آبی در تناوبهای کوتاه مدت طراحی شده است. شناخت عمیق تر این تنوع مستلزم مطالعه و ارزیابی تنوع زیستی گونه‌های زراعی در کشور می‌باشد.

- Agricultural Science, 43: 127-142.
- 4 - Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 19-31.
- 5 - Bajwa, M.A. 1995. Wheat research and production in Pakistan. In: Villarel, L. (ed) *Wheats for More Tropical Environments*. Proceedings of the International Symposium, CIMMYT, Mexico, 68-72.
- 6 - Brookfield, H. and C. Padoch. 1994. Appreciating agrodiversity: A look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices. *Environment*, 36: 7-45.
- 7 - Brookfield, H. M., Stocking, 1999. Agrodiversity: Definition, description and design. *Global Environmental Change*, 9: 77-80.
- 8 - Burel, F. and J. Baudry. 1995. Species biodiversity in changing agricultural landscapes: A case study in the Pays d'Auge, France. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 55:193-200.
- 9 - Conway, G.R. 1987. The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*, 24: 95-117.
- 10 - Conway, G.R. 1997. *The Doubly Green Revolution: Food for all in the 21st Century*. Penguin Books Ltd, London, UK.
- 11 - FAO 1999; Report: *Sustaining Agricultural Biodiversity and Agro-ecosystem Functions*. FAO, Italy.
- 12 - FAOSTAT, 1999. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Statistical Databases. Online at: <http://apps.fao.org>.
- 13 - FAOSTAT, 2000. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Land use Explanatory Notes. Online at: <http://www.fao.org/waicent/faostat/agricult/landuse-e.htm>.
- 14 - Frieben, B. and U. Kpke 1996. Effects of farming systems on biodiversity. In: Isart, J. and Llerena, K. (eds.): *Biodiversity and Land Use: The Role of Organic Farming*. Proceedings of the First ENOF-Workshop, Bonn, 1995. 11-21.
- 15 - Gemmill, B. 2001. *Managing Agricultural Resources for Biodiversity Conservation: A Guide to Best Practices*, Environmental Liaison Centre International, Nairobi, Kenya.
- 16 - Gliessman, S. 1992. Agroecology in the tropics: achieving a balance between land use and preservation. *Environmental Management*, 16: 681-689.
- 17 - Johansen, C., J.M., Duxbury, S.M., Virmani, C.L.L., Gowda, S., Pande and P.K., Joshi (eds.) 2000. *Legumes in rice and wheat cropping systems of the Indo-Gangetic Plain – Constraints and opportunities*. Patancheru, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics; and Ithaca, New York, USA: Cornell University. 230 pp.
- 18 - McLaughlin, A. and P. Mineau. 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 55: 201-212.
- 19 - Naem, S., L.J., Thompson, S.P., Lawler, J.H. Lawton and R.M. Wooden. 1995. Empirical evidence that declining species diversity may alter the performance of terrestrial ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 347: 249-262.
- 20 - Olasantan, F.O. 1999. Food production, conservation of crop plant biodiversity and environmental protection in the twenty-first century: the relevance of tropical cropping systems. *Outlook on Agriculture*, 28: 93-102.
- 21 - Oldfield, M.L. and J B Alcorn 1987. Conservation of traditional agroecosystems. *Bioscience*, 37: 199-208.
- 22 - Pande, S., A.K., Maji, C., Johansen and Jr., F.T. Bantilan (eds.) 2000. *GIS application in cropping system analysis: Case studies in Asia: Proceedings of the International Workshop on Harmonization of Databases for GIS Analysis of Cropping Systems in the Asia Region*, 18-29 August 1997, ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 98 pp.
- 23 - Pimentel, D., U Stachow, D A Takacs, H W Brubaker, A R Dumas, J J Meaney, J A S O'Neil, D E Onsi and D B Corzilius. 1992. *Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems*. *BioScience*, 42:354-362.
- 24 - Rejesus, R.M., M. Ginkel and M. Van Smale 1996. Wheat breeders perspectives on genetic diversity and germplasm use: findings from an international survey. *Plant Varieties and Seeds*, 9: 129-147.
- 25 - USDA, 1994. United States Department of Agriculture, Major World Crop Areas and Climatic Profiles. World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture. *Agricultural Handbook Number 664*.  
Online at: <http://www.usda.gov/oce/waob/jawf/profiles/mwcap2.htm>.
- 26 - USDA and South Dakota State University, 2002. *Crop Diversity Rating Project*. available at: [http://www.dakotalakes.com/publications/div\\_int\\_fs\\_pg10.pdf](http://www.dakotalakes.com/publications/div_int_fs_pg10.pdf).
- 27 - Virmani, S.M., D.G., Faris, and C. Johansen, (eds.). 1991. *Agroclimatology of Asian grain legumes (Chickpea, pigeon pea, and groundnut)*. Research Bulletin no.14. Patancheru, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 78 pp.
- 28 - Wood, S., K. Sebastian and S. J. Scherr, 2000. *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Agroecosystems*. International Food Policy Research Institute (IFPRI) and World Resources Institute (WRI) Publication, Washington, DC, 100 pp.
- 29 - Wood, D. and J. M Lenné, 1999. Agrobiodiversity and natural biodiversity: some parallels. In: Wood, D. and Lenné, J. (eds) *Agrobiodiversity: Characterization Utilization and Management*. CAB International, Wallingford, pp. 425-445
- 30 - Yunlong, C. and B. Smit, 1994. Sustainability in agriculture: a general review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 49: 299-307.

## «ضمیمه ۱»

## ۱- محاسبه شاخص کارایی تناوب زراعی (CREI)

این شاخص کارایی تناوب را بر اساس معیارهای زیر ارزیابی می‌کند:

الف: میزان پوشش زمین

ب: عمق ریشه‌دهی گونه‌ها

ج: تأثیر بر فشردگی خاک

د: تأثیر بر ساختمان خاک

ه: ذخیره رطوبت و استفاده از آن

مبنای امتیازگذاری در هر مورد به شرح زیر است (امتیازگذاری برای هر گیاه به طور جداگانه انجام می‌شود)

۳- امتیاز	- بدون پوشش در پاییز و زمستان	
۲- امتیاز	- بدون پوشش در پائیز یا زمستان	میزان پوشش زمین
۱۰- امتیاز ←	- سایر موارد (شامل گیاهان دائمی یا کود سبز)	
۳۳- امتیاز	- غلات و یونجه	
۱۱- امتیاز	- گیاهان غده‌ای و ریشه‌ای	عمق ریشه‌دهی
۱۲- امتیاز	- سایر گونه‌ها	
۱- امتیاز ←	- فشردگی بر اثر برداشت در تابستان	
۲- امتیاز	- فشردگی بر اثر برداشت در پاییز	فشردگی خاک
	- جمع امتیازات مربوط به عمق ریشه‌دهی و فشردگی خاک	ساختمان خاک
۱- امتیاز	- گونه‌های سرمادوست و گونه‌های دارای رشد کوتاه (شامل گندم، جو، کلزا، نخود، عدس، چغندر، ارزن و ...)	ذخیره رطوبت و استفاده از آن
۱۲- امتیاز	- گونه‌های گرمادوست و گونه‌های دارای رشد طولانی (شامل حبوبات، یونجه، سیب‌زمینی، آفتابگردان، سورگوم، سویا)	

برای مثال محاسبه CREI جهت یک تناوب فرضی به صورت زیر است.

تناوب	ذخیره رطوبت	ساختمان خاک	فشردگی خاک	ریشه‌دهی	پوشش زمین
جو	۱	۲	- ۱	۳	- ۳
گندم زمستانه	۱	۲	- ۱	۳	- ۲
نخود	۱	۱	- ۱	۲	- ۴
ذرت	۲	۱	- ۲	۳	- ۴
ارزن	۱	۱	- ۲	۳	- ۴
کلزا	۱	۱	- ۱	۲	- ۲
میانگین	۱/۲	۱/۳	- ۱/۳	۲/۸	- ۳

## «ضمیمه ۱»

### ۲- محاسبه شاخص تنوع تناوب زراعی (CRDI)

در این شاخص درجه تنوع در تناوب زراعی بر اساس معیارهای زیر تعیین می‌شود:

۰/۵ امتیاز	حضور گونه‌های پهن برگ و باریک برگ
۰/۵ امتیاز ←	حضور گونه‌های سرما دوست و گرما دوست
۰/۵ امتیاز	حضور گونه‌های بهاره و پاییزه

۲ امتیاز ←	۴ سال ←	فاصله زمانی بین گونه‌های پهن برگ در تناوب
۱ امتیاز	۳ سال	
۰ امتیاز	۲ سال	
۱- امتیاز	۱ سال	
۲- امتیاز	۰ سال (متوالی)	

۱ امتیاز ←	۴ سال ←	فاصله زمانی بین گونه‌های باریک برگ در تناوب
۰/۵ امتیاز	۳ سال	
۰ امتیاز	۲ سال	
۰/۵- امتیاز	۱ سال	
۰/۱ امتیاز	۰ سال	

CRDI برای تناوب فرضی زیر برابر است با

۰/۵ امتیاز	جو ، گندم زمستانه ، نخود ، ذرت ، ارزن ، کلزا
۰/۵ امتیاز	حضور گونه‌های پهن برگ و باریک برگ
۰/۵ امتیاز	حضور گونه‌های سرما دوست و گرمادوست
۰/۵ امتیاز	حضور گونه‌های بهاره و پاییزه
۰ امتیاز	فاصله بین گونه‌های پهن برگها
۰/۷۵- امتیاز	فاصله بین گونه‌های باریک برگها
۰/۷۵	CRDI

