پژوهش‌های روستایی، دورهٔ ۷، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۵
صفحهٔ ۲۶۴-۲۴۳

واکاوی آسیب‌پذیری کشاورزان گندم‌کار در برابر ریزگردها با استفاده از منطق فازی

مطالعهٔ موردی: شهرستان دهلران

محبوبه خیراللهی * ـ کارشناس‌ارشد توسعهٔ روستایی، دانشگاه رازی کرمانشاه
امیرحسین علی‌بیگی- دانشیار گروه ترویج و توسعهٔ روستایی، دانشگاه رازی کرمانشاه
کیومرث زرافشانی- دانشیار گروه ترویج و توسعهٔ روستایی، دانشگاه رازی کرمانشاه

دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۳/۲۹ پذیرش نهایی: ۱۳۹۴/۶/۲۵

چکیده

کشاورزان جزء اقشاری‌اند که به نظر می‌رسد آسیب‌های زیادی از ریزگردها می‌بینند. با وجود آسیب‌پذیری این جوامع، مطالعات محدودی در زمینهٔ میزان آسیب‌پذیری آنان صورت گرفته است. هدف پژوهش حاضر واکاوی آسیب‌پذیری کشاورزان در برابر ریزگردهاست. جامعهٔ آماری تحقیق کشاورزان گندم‌کار شهرستان دهلران در دو بخش مرکزی و موسیان به تعداد ۲۱۰۵ نفر بودند که ۳۳۰ کشاورز با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای نمونهٔ آماری انتخاب شد. ابتدا شاخص‌های توان سازگاری و حساسیت در برابر ریزگردها تهیه و با نظر ۱۵ کارشناس در این زمینه با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) براساس مقایسه‌های زوجی در نرم‌افزار Expert choice وزن‌دهی شد. سپس، اقدام به ساخت شاخص ترکیبی شد و با استفاده از روش منطق فازی در نرم‌افزار Matlab، توان سازگاری، حساسیت و آسیب‌پذیری کشاورزان به‌دست آمد. براساس یافته‌های حاصل از روش منطق فازی، کشاورزان گندم‌کار دارای توان سازگاری بالا، حساسیت بالا و درنتیجه آسیب‌پذیری متوسط (رو به بالا) در برابر ریزگردها بودند. دستاوردهای حاصل از این پژوهش، به برنامه‌ریزان و مدیران برای مقابله با ریزگردها کمک می‌کند تا در تخصیص اعتبارات به آنان یاری رسانند و منبعی معتبر برای برنامه‌ریزی‌های آینده به‌منظور سرمایه‌گذاری در راستای افزایش توان سازگاری، کاهش حساسیت و درنهایت کاهش آسیب‌پذیری در برابر ریزگردها باشد.

کلیدواژه‌ها: آسیب‌پذیری، توان سازگاری، حساسیت، ریزگرد، منطق فازی.

---

* نویسندهٔ مسئول: m_kheirolahi@yahoo.com

مقدمه

مخاطرات طبیعی پدیده‌های تکرارپذیر در طول دوران حیات کرهٔ زمین هستند و همواره وجود داشته‌اند و همیشه خطری جدی برای توسعه، به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه به‌شمار می‌روند و این مناطق را دربرابر بلایای طبیعی آسیب‌پذیر کرده‌اند (پورطاهری، ۱۳۹۰). یکی از انواع مخاطرات طبیعی که هرساله سبب واردآمدن آسیب‌های محیط‌زیستی و اجتماعی بسیاری در برخی کشورهای جهان می‌شود، پدیدهٔ ریزگرد است. ریزگرد جزء بلایای طبیعی ناگهانی است که منشأ آب‌وهوایی دارد (Cutter et al., 2009) و به توده‌ای از ذرات جامد، ریزغبار و گاه دود گفته می‌شود که در جو پخش می‌شود و دید افقی را به کمتر از ۲ کیلومتر محدود می‌کند (صحنعلی‌زاده و حیدری، ۱۳۹۲).

پدیدهٔ ریزگرد آثار منفی زیادی در حوزهٔ کشاورزی و جوامع روستایی داشته است (Loayz et al., 2012). ازآنجاکه اغلب روستاییان از طریق فعالیت کشاورزی امرار معاش می‌کنند، به‌نظر می‌رسد آسیب‌های زیادی از ریزگردها می‌بینند. با وجود آسیب‌پذیری این جوامع، مطالعات محدودی در زمینهٔ میزان آسیب‌پذیری آنان صورت گرفته است.

مفهوم آسیب‌پذیری بر توصیف حالتی دلالت دارد که سامانه دربرابر خطر قرار می‌گیرد و به‌گونه‌ای ناتوان و بی‌قدرت می‌شود که توانایی مقابله و سازگاری با خطرهای بیرونی را ندارد (Adger, 1999 & 2006). به‌حالتی که کشاورزان دربرابر ریزگردها بی‌قدرت و ناتوان می‌شوند و توانایی مقابله و سازگاری در برابر آن را ندارند، آسیب‌پذیری گفته می‌شود.

کشاورزان جزء اقشار آسیب‌پذیر جوامع‌اند که با افزایش آسیب‌پذیری، معیشت آنان با تهدید جدی مواجه می‌شود. درصورت ادامهٔ این روند، دستیابی به عدالت همه‌جانبه در جوامع روستایی ناممکن خواهد بود و باعث می‌شود که مسئولان بدون آگاهی از میزان آسیب‌پذیری مناطق، تخصیص اعتبار برای مناطق آسیب‌دیده را بدون پشتوانهٔ علمی و براساس مشاهده‌ها و مسائل سیاسی و اجتماعی انجام دهند. همین امر منجر به توزیع ناعادلانهٔ منابع و اعتبارات بین مناطق آسیب‌پذیر می‌شود.

با آنکه معیشت اصلی روستاییان شهرستان دهلران کشاورزی است، تاکنون هیچ تحقیقی درخصوص سنجش آسیب‌پذیری کشاورزان گندم‌کار این منطقه دربرابر پدیدهٔ ریزگرد انجام نشده و راهکاری برای این کشاورزان اندیشیده نشده است. در پژوهش حاضر، آسیب‌پذیری این قشر مهم دربرابر مخاطرهٔ طبیعی ریزگرد مطالعه شده و در پی پاسخ به این سؤال برآمده است که کشاورزان گندم‌کار شهرستان دهلران به چه میزان و از چه ابعادی دربرابر این پدیده آسیب‌پذیرند. یافتن پاسخ این سؤال، مستلزم دستیابی به اهداف اختصاصی زیر است:

۱. شناسایی شاخص‌های توان سازگاری؛

۲. شناسایی شاخص‌های حساسیت؛

۳. بررسی میزان توان سازگاری، حساسیت، و آسیب‌پذیری کشاورزان گندم‌کار دربرابر ریزگردها؛ و

۴. اولویت‌بندی دهستان‌های شهرستان دهلران براساس میزان آسیب‌پذیری کشاورزان گندم‌کار دربرابر ریزگردها.

پیشینهٔ تحقیق

تمامی نظریه‌های آسیب‌پذیری بر این نکته توافق دارند که برای توصیف موقعیتی آسیب‌پذیر، چهار بعد اساسی سامانه[1]، شرایط و ویژگی‌های سامانه، خطر، و زمان ارزیابی آسیب‌پذیری وجود دارد (Fussel, 2007). در این پژوهش منظور از سامانه، کشاورزان گندم‌کاری است که طی چند سال اخیر (زمان ارزیابی آسیب‌پذیری) درمعرض پدیدهٔ ریزگرد (خطر) قرار گرفته‌اند و ویژگی‌های سامانه، همان شرایط کشاورزان (فیزیکی، مالی، اجتماعی- فرهنگی، انسانی، طبیعی و فرایند تولید) است که در این پژوهش بررسی شده است.

1. System

کمیتهٔ بین‌المللی تغییرات آب‌وهوا[1] (IPCC) (۲۰۰۱) آسیب‌پذیری را شامل سه جزء می‌داند: خطر[2]، حساسیت[3] و توان سازگاری[4] (Fussel, 2007).

ادگر حساسیت را درجه‌ای تعریف کرده است که سامانه یا فرد دربرابر محرک محافظت نمی‌شود و از آن تأثیر می‌پذیرد یا تغییر می‌کند (Adger, 2006). برای مثال، در شرایط وقوع ریزگردها به درجه‌ای که کشاورزان گندم‌کار دربرابر ریزگردها محافظت نمی‌شوند و تحت تأثیر آن قرارمی‌گیرند یا تغییر می‌کنند، حساسیت گفته می‌شود.

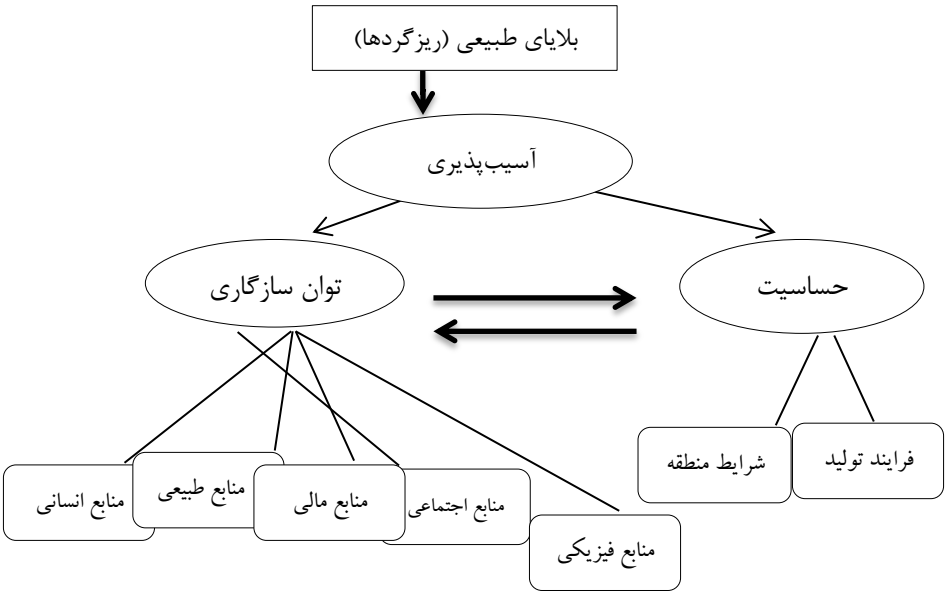
توان سازگاری همان توان پاسخ‌دهی است و به توانایی سامانه برای سازگاری و مقابله با مخاطرات آب‌وهوایی، محیط‌زیستی و محرک‌های خارجی گفته می‌شود (Barnett & Adger, 2007). برای مثال، در شرایط وقوع ریزگردها به مجموعه رفتارهایی که کشاورزان برای مقابله و سازگاری در برابر ریزگرد به منظور تعدیل خسارات، اختلالات و پیامدهای حاصل از آن انجام می‌دهند، توان سازگاری می‌گویند.

سومین جزء از اجزای آسیب‌پذیری نوع خطر است که مفهوم آن درجه، شدت، طول مدت یا میزانی است که سامانه در تماس یا در معرض خطر قرارمی‌گیرد (Gallopin, 2006). در این مطالعه، نوع خطر، ریزگرد موجود در منطقه است. با توجه به آمار ادارهٔ هواشناسی و سازمان حفاظت محیط‌زیست شهرستان دهلران، ریزگرد موجود از نظر شدت، فراوانی، غلظت و تعداد روزهای قرارگرفتن در معرض این پدیده در جامعهٔ مورد مطالعه با ایستگاه ثبت اطلاعات در منطقه، یکسان است. به‌طور کلی، در پژوهش حاضر دو جزء آسیب‌پذیری شامل حساسیت و توان سازگاری کشاورزان واکاوی شد.

بسیاری از صاحب‌نظران و پژوهشگران علوم مختلف بر اهمیت سنجش آسیب‌پذیری تأکید دارند و براساس اهداف و گرایش‌های تخصصی‌شان از مدل‌ها، فرمول‌ها و رهیافت‌های متعددی

1. Intergovernmental panel on climate change
2. exposure
3. Sensitivity
4. Adaptive capacity

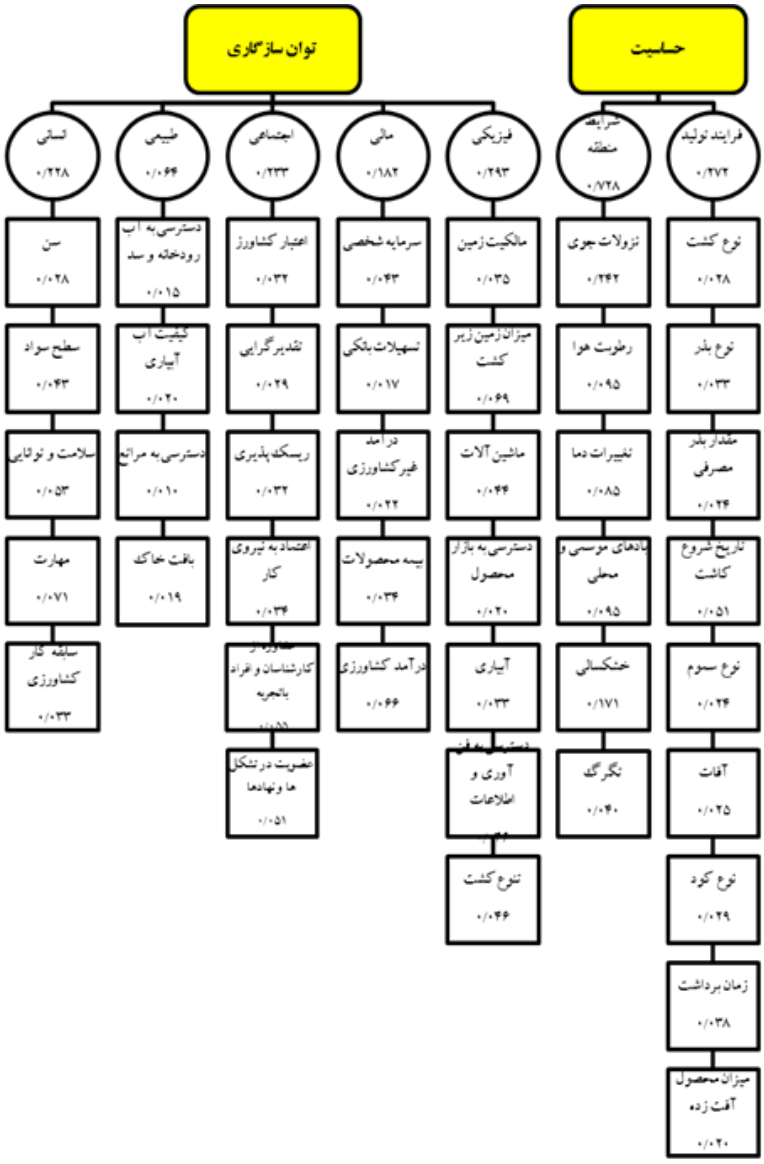
استفاده کرده‌اند. یکی از این رهیافت‌ها، رهیافت شاخص‌های آسیب‌پذیری است (Pelling & Uitto, 2001). در پژوهش حاضر، با تأکید بر سرمایه‌های پنج‌گانه در واکاوی توان سازگاری، از شاخص‌های منابع انسانی، طبیعی، مالی، اجتماعی و فیزیکی، و در واکاوی حساسیت کشاورزان جامعهٔ مورد مطالعه دربرابر ریزگردها، از دو شاخص فرایند تولید و شرایط منطقه استفاده شد.



شکل ۱. چارچوب مفهومی شاخص‌های توان سازگاری و حساسیت کشاورزان گندم‌کار در برابر ریزگردها

روش تحقیق

این پژوهش، از نظر پارادایم، جزو تحقیقات کمّی، از نظر روش‌های دستیابی به حقایق و داده‌پردازی، از نوع تحقیقات توصیفی- پیمایشی و به‌لحاظ هدف، کاربردی است. پژوهش حاضر در دو بخش انجام شد.



شکل ۲. وزن مؤلفه‌های تشکیل‌دهندهٔ توان سازگاری و حساسیت در برابر ریزگرد با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)

نرخ ناسازگاری: ۰/۰۴

در بخش نخست، با استفاده از متون نظری، پژوهش‌های مرتبط، دیدگاه کشاورزان، سرمایه‌های پنج‌گانه و مطالعات کتابخانه‌ای، مؤلفه‌های تشکیل‌دهندهٔ توان سازگاری و حساسیت کشاورزان استخراج و برای وزن‌دهی به هرکدام از این شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها، از تکنیک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شد. جامعهٔ آماری تحقیق در بخش اول برای وزن‌دهی به شاخص‌های توان سازگاری و حساسیت، کارشناسان محیط‌زیست، توسعهٔ کشاورزی و کارشناسان کشاورزی بودند که درمجموع ۱۵ نفر به‌صورت هدف‌مند و با استفاده از تکنیک گلولهٔ برفی انتخاب شدند. وزن به‌دست آمدهٔ هرکدام از متغیرها را کارشناسان خبره در نرم‌افزار Expert Choice به‌دست آوردند (شکل ۲).

در بخش دوم، با طراحی پرسشنامهٔ محقق‌ساخته که پرسش‌های آن از طریق شاخص‌های تشکیل‌دهندهٔ توان سازگاری و حساسیت استخراج شده بود، اطلاعات مورد نظر جمع‌آوری شد. به‌منظور تعیین روایی شاخص‌های توان سازگاری، حساسیت و پرسشنامه، از روش روایی صوری و محتوایی استفاده شد و چند تن از اعضای هیئت‌علمی گروه ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه رازی آن را تأیید کردند. تعیین پایایی پرسشنامه نیز از طریق آلفای کرونباخ محاسبه شد. آلفای کرونباخ به‌دست‌آمده (۰/۸۵) حاکی از قابل‌اعتمادبودن ابزار تحقیق بود. جامعهٔ آماری بخش دوم، کشاورزان گندم‌کار شهرستان دهلران با ۲۱۰۵ نفر بهره‌بردار زراعی بودند. به‌منظور تعیین حجم نمونه از جدول بارتلت (با سطح اطمینان ۵ درصد) استفاده شد. براساس آن، حجم نمونه ۳۳۰ نفر برآورد شد که با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای با انتساب متناسب انتخاب شدند.

پس از وزن‌دهی صاحب‌نظران به مؤلفه‌های مورد نظر، با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، وضعیت آنها در دهستان‌های مورد مطالعه جمع‌آوری شد. با توجه به اینکه مؤلفه‌های تشکیل‌دهندهٔ توان سازگاری و حساسیت دارای مقیاس‌ها و واحدهای متفاوت بودند، برای رسیدن به نتایج درست نیاز بود که اختلاف موجود در مقیاس شاخص‌ها و تجانس‌نداشتن آنها رفع شود. هان و همکاران فرمولی را برای استانداردسازی واحد و مقیاس در

این‌گونه شاخص‌ها پیشنهاد کردند (Hahn et al., 2009). این فرمول، تمام داده‌ها را به مقادیری بین ۰ و ۱ تبدیل می‌کند و به آنها حالت نسبی- فاصله‌ای می‌دهد.

رابطهٔ (۱) $Index= (s_x - s_{min}) / s_{max} - s_{min}$

S_x= مقدار مربوط به مؤلفهٔ مورد نظر

S_{min}= کمترین مقدار موجود در بین داده‌های مؤلفهٔ مورد نظر

S_{max}= بیشترین مقدار موجود در بین داده‌های مؤلفهٔ مورد نظر

درنهایت، پس از به‌دست‌آوردن مقادیر استانداردشدهٔ توان سازگاری و حساسیت و داشتن وزن هریک از آنها با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی اقدام به ساخت شاخص ترکیبی در هر یک از دهستان‌های مورد مطالعه شد (جدول ۱).

جدول ۱. مقدار شاخص ترکیبی هر کدام از مؤلفه‌های آسیب‌پذیری در سه دهستان مورد مطالعه

مؤلفه‌های آسیب‌پذیری	شاخص	وزن	شاخص ترکیبی دهستان اناران	شاخص ترکیبی دهستان نهر عنبر	شاخص ترکیبی دهستان دشت عباس
توان سازگاری	انسانی	۰/۲۲۸	۰/۴۲۵۹	۰/۳۹۰۷	۰/۴۲۸۹
	طبیعی	۰/۰۶۴	۰/۱۸۰۲	۰/۱۷۱۰	۰/۱۶۱۵
	اجتماعی	۰/۲۳۳	۰/۳۲۷۹	۰/۳۴۰۶	۰/۳۴۸۶
	مالی	۰/۱۸۲	۰/۳۳۳۲	۰/۳۷۳۷	۰/۳۵۹۴
	فیزیکی	۰/۲۹۳	۰/۵۳۰۴	۰/۵۴۰۵	۰/۶۵۱۵
حساسیت	فرایند تولید	۰/۲۷۲	۰/۱۰۹۱	۰/۳۴۱۶	۰/۲۶۴۷
	شرایط منطقه	۰/۷۲۸	۰/۵۲۴۹	۰/۵۲۹۲	۰/۷۸۳۴

در ادامه، برای تعیین آسیب‌پذیری و طبقه‌بندی کشاورزان گندم‌کار، از روش منطق فازی استفاده شد. منطق فازی تعمیمی از نظریهٔ کلاسیک (نظریهٔ ارسطویی) مجموعه‌ها در علم ریاضیات است. در نظریهٔ کلاسیک مجموعه‌ها، یک عنصر یا عضو مجموعه هست یا نیست. عضویت عناصر از الگوی صفر و یک تبعیت می‌کند. اما نظریهٔ مجموعه‌های فازی این مفهوم را بسط می‌دهد و عضویت درجه‌بندی‌شدهٔ بین صفر و یک را مطرح می‌کند. به این ترتیب که یک عنصر ممکن است تا درجاتی و نه کاملاً، عضو یک مجموعه باشد (Sivanandam et al., 2007). برای مثال، در جوامع روستایی، کشاورزان تا درجاتی دربرابر بلایای طبیعی آسیب‌پذیرند و تا درجاتی آسیب‌پذیر نیستند. در منطق فازی آسیب‌پذیری مطلق وجود ندارد. فرایند منطق فازی در چند مرحله انجام می‌گیرد: الف) فازی‌سازی ورودی‌ها، ب) فرایند فازی (استخراج پایگاه قواعد و روش استنتاج فازی)، ج) تبدیل فازی به غیرفازی. در ادامه، تمام مراحل منطق فازی در نرم‌افزار متلب، انجام و توان سازگاری، حساسیت و آسیب‌پذیری سنجش می‌شود. سپس، دهستان‌های مورد مطالعه از نظر آسیب‌پذیری طبقه‌بندی شدند.

یافته‌ها

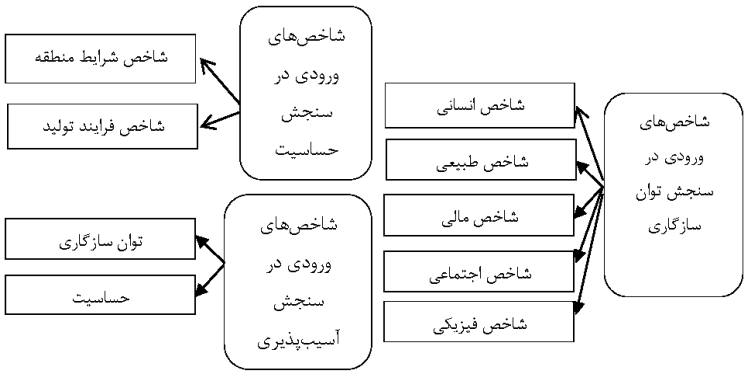
براساس یافته‌های تحقیق، ۶۶/۰۶ درصد کشاورزان با بیشترین فراوانی در ردهٔ سنی ۳۰-۵۴ سال قرار داشتند. بیشترین فراوانی به سطح دیپلم (۲۴/۲۴ درصد) و کمترین فراوانی به سطح فوق‌دیپلم (۹/۷۰ درصد) مربوط می‌شد. کشاورزان بیسواد و ابتدایی هرکدام با ۱۴/۵۴ درصد، سطح راهنمایی ۱۹/۴۰ درصد و کشاورزانی با سطح تحصیلات لیسانس و بالاتر با ۱۷/۵۸ درصد قرار دارند. با توجه به اینکه افراد پاسخ‌گو به پرسشنامه، کشاورزان ساکن روستا و شهر در شهرستان دهلران بودند، باید انتظار داشت که کشاورزی شغل اصلی برخی پاسخ‌گویان باشد و برخی دیگر علاوه بر کشاورزی، به شغل دیگری نیز مشغول باشند. ۵۶/۳۶ درصد از پاسخ‌گویان فقط به شغل کشاورزی و ۴۳/۶۴ درصد از جامعه مورد مطالعه علاوه بر کشاورزی به شغل دوم نیز مشغول بودند. بین پاسخ‌گویانی که علاوه‌بر کشاورزی، شغل غیرکشاورزی نیز داشتند،

۶۶/۶۷ درصد دارای شغل دولتی و ۳۳/۳۳ درصد دارای شغل غیردولتی (دام‌داری، آزاد) بودند. نوع مالکیت زمین‌های تحت کشت آنان به‌طور عمده ملکی بود.

ازآنجاکه درآمد یکی از عوامل مؤثر بر توان سازگاری و آسیب‌پذیری است (Adger et al., 2004; Chambers, 1989)، بین کشاورزانی که فقط به کشاورزی مشغول بودند بیشترین فراوانی درآمد مربوط به کشاورزانی بود که میزان درآمد سالانهٔ آنها از کشاورزی بین ۲۰-۱۱ میلیون تومان بود. نتایج بررسی ویژگی‌های حرفه‌ای کشاورزان نشان داد که از مجموع ۳۳۰ نفر نمونهٔ مورد مطالعه در این پژوهش، ۲۰/۹۱ درصد از کشاورزان فقط به کشت گندم مشغول بودند و ۷۹/۰۹ درصد علاوه‌بر گندم، کشت دوم هم داشتند. بیشترین فراوانی مربوط به کشاورزانی بود که علاوه‌بر گندم، ذرت و کلزا را با هم در یک سال زراعی کشت کرده بودند. پس از بررسی ویژگی‌های توصیفی کشاورزان گندم‌کار منطقه، توان سازگاری، حساسیت و آسیب‌پذیری با استفاده از منطق فازی سنجش شد. در ادامه، انجام این فرایند و نتایج حاصل از آن توضیح داده می‌شود.

الف) فازی‌سازی ورودی‌ها

نخستین گام در فازی‌سازی تعیین شاخص‌های ورودی است (شکل ۳).



شکل ۳. شاخص‌های معرفی‌شده در سنجش توان سازگاری، حساسیت و آسیب‌پذیری

گام دوم در فازی‌سازی، تعیین عبارت‌های زبانی، دامنهٔ فازی و توابع عضویت هریک از شاخص‌های ورودی و خروجی است. منظور از عبارت‌های زبانی، تعیین ارزش زبانی به‌صورت ذهنی و براساس نظر کارشناسان خبره در سطوح مختلف است. در اینجا برای هرکدام از شاخص های ورودی و خروجی با توجه به محدودهٔ عددی آنها (مقادیر استاندارد هریک از شاخص‌ها)، عبارت‌های زبانی کم، متوسط و زیاد (بالا) انتخاب شدند که چهار کارشناس خبره در این زمینه با استفاده از تکنیک گلولهٔ برفی به صورت هدفمند آنها را تعیین کردند. سپس، با توجه به رابطه‌های ۲، ۳ و ۴ و شکل ۴ از کارشناسان خواسته شد تا حدود دامنه‌ها را تعیین کنند. مقادیر استاندارد هرکدام از شاخص‌ها در اختیار آنان قرار داده شد و با توجه به معادلات و سطوح مورد نظر مقدار مینیمم، ماکسیمم و متوسط اعداد به‌دست آمد. با اجماع نظر چهار کارشناس، حدود دامنهٔ فازی برای هرکدام از شاخص‌ها تعریف شد (جدول ۲ و ۳).

جدول ۲. حدود دامنه‌های توابع فازی در سنجش توان سازگاری

شاخص‌های ورودی و خروجی	a(حد اول)	b (حد وسط)	c (حد آخر)
منابع انسانی	۰/۱۵۸۸	۰/۳۶۴۲	۰/۵۳۲۵
منابع طبیعی	۰/۱۹۹۶	۰/۵۶۳۲	۰/۸۱۵۶
منابع اجتماعی	۰/۰۶۳۴	۰/۲۴۲۵	۰/۴۲۲۸
منابع مالی	۰/۲۰۱۹	۰/۳۹۰۶	۰/۵۸۸۱
منابع فیزیکی	۰/۰۷۳۴	۰/۳۶۶۲	۰/۶۴۷۲
توان سازگاری	۰/۰۶۳۴	۰/۳۷۲۰	۰/۸۱۵۶

جدول ۳. حدود دامنه‌های توابع فازی در سنجش حساسیت

شاخص‌های ورودی و خروجی	a(حد اول)	b (حد وسط)	c (حد آخر)
فرایند تولید	۰/۲۹۸۱	۰/۵۰۵۹	۰/۷۲۸۰
شرایط منطقه	۰/۲۸۸۳	۰/۳۶۹۲	۰/۴۹۱۶
حساسیت	۰/۲۸۸۳	۰/۴۵۱۲	۰/۷۲۸۰

درنهایت، برای سنجش آسیب‌پذیری به‌منزلهٔ خروجی نهایی، کارشناسان خبره حدود دامنه‌های آن را در سه سطح کم، متوسط و زیاد تعیین کردند و مقادیر آن a=۰/۰۶۳۴، b=۰/۴۰۰۳ و c= ۰/۸۱۵۶ به‌دست آمد.

رابطهٔ (۲) تابع عضویت ذوزنقه‌ای را برای آسیب‌پذیری کم با استفاده از پارامترهای a و b نشان می‌دهد.

رابطهٔ (۲)

$$\mu_L(\mathrm{x}) = \begin{cases} 1 & if \quad 0 < x < a \\ \dfrac{b-x}{b-a} & if \quad a < x < b \\ 0 & if \quad x > b \end{cases}$$

رابطهٔ (۳) تابع عضویت مثلثی را برای آسیب‌پذیری متوسط با استفاده از پارامترهای a، b و c نشان می‌دهد.

رابطهٔ (۳)

$$\mu_M(\mathrm{x}) = \begin{cases} 0 & if \quad x < a \\ \dfrac{x-a}{b-a} & if \quad a < x < b \\ \dfrac{c-x}{c-b} & if \quad b < x < c \\ 0 & if \quad x > c \end{cases}$$

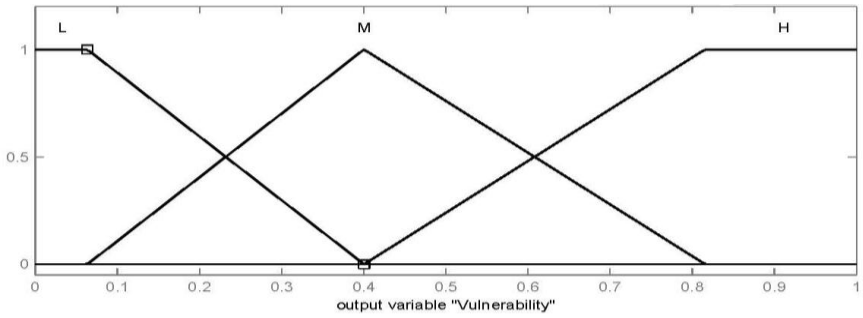
رابطهٔ (۴) تابع عضویت ذوزنقه‌ای را برای آسیب‌پذیری زیاد با استفاده از پارامترهای b و c نشان می‌دهد.

رابطهٔ (۴)

$$\mu_H(\mathrm{x}) = \begin{cases} 0 & if \quad x < b \\ \dfrac{x-b}{c-b} & if \quad b < x < c \\ 1 & if \quad c < x < 1 \end{cases}$$

در پایان مرحلهٔ فازی‌سازی، توابع عضویت هر سطح مشخص شدند و با واردکردن حدود دامنهٔ فازی (a,b,c) در قسمت tool box نرم‌افزار متلب، توابع عضویت رسم شدند. تابع عضویت

نشان‌دهندهٔ درجهٔ عضویت هر نقطه در هر مجموعه است. محور عمودی نشان‌دهندهٔ درجهٔ عضویت و محور افقی نشان‌دهندهٔ دامنهٔ فازی است. به‌منظور درک بهتر این توابع، در ادامه به توضیح یکی از آنها می‌پردازیم. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، در سمت چپ، عبارت زبانی کم (L) با رابطهٔ (۲) از نوع ذوزنقه‌ای، در وسط، عبارت زبانی متوسط (M) با رابطهٔ (۳) از نوع مثلثی و در سمت راست، عبارت زبانی زیاد (H) با رابطهٔ (۴) از نوع ذوزنقه‌ای و بین هرکدام از مجموعه‌های فازی میزان هم‌پوشانی نیز وجود دارد (Eakin & Bojorquez-Tapia, 2008). با واردکردن حدود دامنهٔ فازی (a,b,c) و مقادیر شاخص ترکیبی هرکدام از ورودی‌ها و خروجی‌ها (جدول ۱) در قسمت tool box نرم‌افزار متلب، این توابع رسم شد.



شکل ۴. توابع عضویت خروجی نهایی (میزان آسیب‌پذیری)

ب) فرایند فازی (استخراج پایگاه قواعد و روش استنتاج فازی)

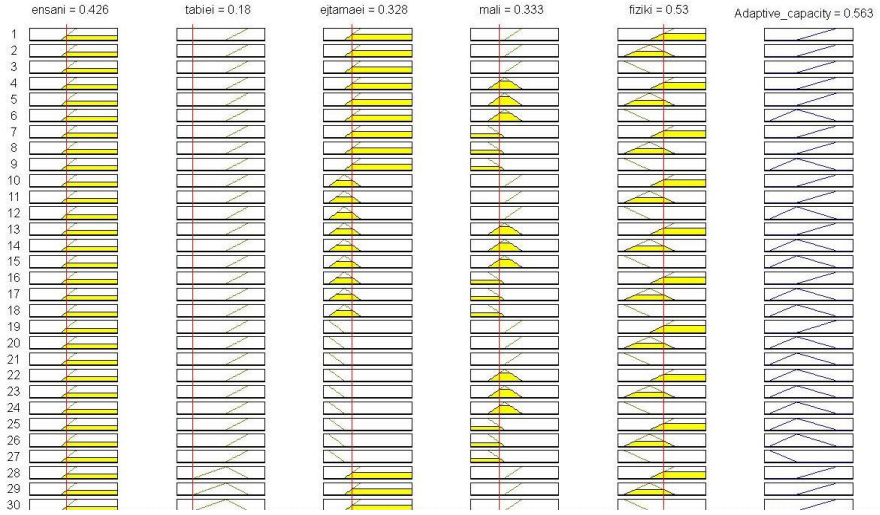
پس از تعیین توابع عضویت برای هرکدام از شاخص‌های ورودی، پایگاه قواعد بنیانی مبتنی بر پایگاه دانش با اگر... آنگاه... (if…then...) انجام شد. بدین صورت که قاعده‌های گفتاری به‌جای توابع خطی استفاده شدند، که آن را استدلال ممدانی می‌نامند. تعداد قواعد مورد نیاز از رابطهٔ n^t به‌دست می‌آید که در آن n تعداد عبارت‌های زبانی و t تعداد شاخص‌های ورودی است. در این مطالعه، برای تعیین میزان توان سازگاری با ۵ شاخص ورودی ($۳^۵$)، ۲۴۳ قاعده، میزان

حساسیت با ۲ شاخص ورودی ($۳^۲$)، ۹ قاعده و میزان آسیب‌پذیری با ۲ شاخص ورودی ($۳^۲$)، ۹ قاعده در حالت‌های مختلف کنار هم قرار گرفت. پس از نوشتن قواعد مختلف (اگر)، مجدداً به کارشناسان مورد نظر مراجعه شد تا براساس قواعد نوشته‌شده، میزان توان سازگاری، حساسیت و آسیب پذیری کشاورزان را تعیین کنند (آنگاه). برای مثال، اگر منابع انسانی زیاد، منابع طبیعی زیاد، منابع اجتماعی متوسط، منابع مالی متوسط و منابع فیزیکی کم باشد، آنگاه توان سازگاری متوسط است.

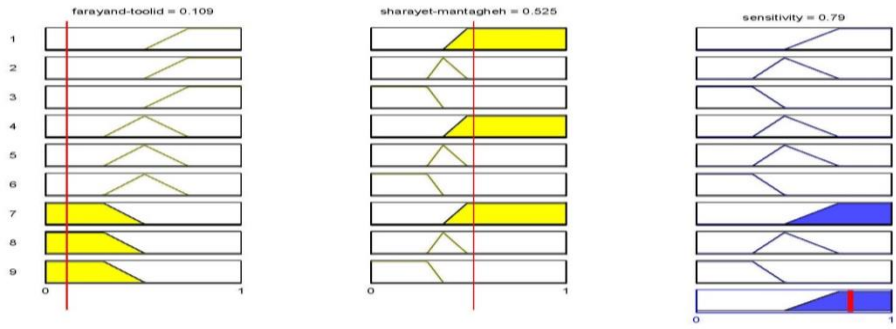
ج) تبدیل فازی به غیرفازی

در مرحلهٔ آخر، مقادیر به‌دست‌آمده از موتور استنتاج به‌صورت مقادیر فازی بودند که باید به مقادیر غیرفازی تبدیل می‌شدند. ازآنجاکه رایج‌ترین روش تبدیل کمیت فازی به کمیت کلاسیک، روش غیرفازی‌سازی مرکز ثقل است (ناصری و صارمی‌نژاد، ۱۳۹۰)، در این مطالعه نیز با استفاده از این روش مقادیر فازی خروجی به مقادیر حقیقی خروجی تبدیل شد.

درنهایت، با انجام مراحل فازی در نرم‌افزار متلب، خروجی توان سازگاری و حساسیت برای هر سه دهستان مذکور به‌دست آمد (شکل ۵ و ۶). برای مثال، با توجه به شکل ۵، با واردکردن مقادیر شاخص ترکیبی انسانی، طبیعی، مالی، اجتماعی و فیزیکی مندرج در جدول ۱ به‌منزلهٔ شاخص‌های ورودی، مقدار خروجی که همان توان سازگاری است (۰/۵۶۳) در ۲۴۳ حالت به‌دست آمد که با توجه به حجم بالای آن، در اینجا سی حالت اگر... آنگاه... نشان داده شد. رنگی‌بودن برخی سطوح نشان‌دهندهٔ این است که برای مثال در حالت اول (اگر منابع انسانی زیاد، منابع طبیعی زیاد، منابع اجتماعی زیاد، منابع مالی زیاد و منابع فیزیکی زیاد، آنگاه توان سازگاری زیاد) بیشتر منابع در سطح سوم یعنی سطح بالا (ذوزنقه‌ای) قرار دارند، آنگاه توان سازگاری (ستون آخر) نیز در سطح بالا (ذوزنقه‌ای) قرار دارد. در ادامه، به‌ترتیب برای هرکدام از خروجی‌ها با توجه به شاخص‌های ورودی، مقادیر غیرفازی هرکدام از دهستان‌های مورد مطالعه محاسبه شد.

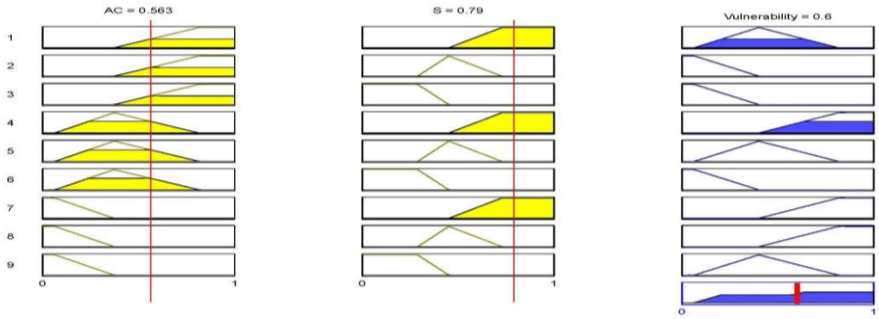


شکل ۵. ورودی‌ها (انسانی، طبیعی، اجتماعی، مالی، فیزیکی) و خروجی (توان سازگاری) دهستان اناران



شکل ۶. ورودی‌ها (فرایند تولید، شرایط منطقه) و خروجی (حساسیت) دهستان اناران

پس از به‌دست‌آوردن میزان توان سازگاری و حساسیت کشاورزان گندم‌کار در سه دهستان مورد مطالعه، در ادامه میزان آسیب‌پذیری آنان با دو ورودی توان سازگاری و حساسیت مشخص شد (شکل ۷).



شکل ۷. ورودی‌ها (توان سازگاری و حساسیت) و خروجی (آسیب‌پذیری) دهستان اناران

یافته‌های پژوهش در بخش فازی حاکی از آن است که توان سازگاری و حساسیت کشاورزان گندم‌کار شهرستان دهلران دربرابر ریزگردها در سطح بالایی قرار دارد. برای مثال، در شکل ۵، اگر منابع انسانی ۰/۴۲۶، منابع طبیعی ۰/۱۸، منابع اجتماعی ۰/۳۲۸، منابع مالی ۰/۳۳۳ و منابع فیزیکی ۰/۵۳ باشند، آنگاه توان سازگاری ۰/۵۶۳ خواهد بود. با توجه به اینکه میزان خروجی (توان سازگاری، حساسیت و آسیب‌پذیری) در بازهٔ [0,1] قرار دارد، دهستان مورد نظر در مجموعهٔ توان سازگاری بالا قرار می‌گیرد. در ادامه با به‌دست‌آوردن میزان توان سازگاری و حساسیت، میزان آسیب‌پذیری آنان نیز سنجش شد و نشان داد که آسیب‌پذیری کشاورزان مورد مطالعه دربرابر ریزگردها در سطح متوسط رو به بالا قرار دارد که به‌دلیل هم‌پوشانی دو سطح متوسط و زیاد نمی‌توان با قاطعیت بیان کرد که آسیب‌پذیری آنان متوسط یا زیاد است، و این از مزایای استفاده از روش منطق فازی است. لذا، کشاورزان گندم‌کار دهستان اناران، نهر عنبر و دشت عباس به‌ترتیب هر کدام به میزان ۰/۶۰۰، ۰/۵۸۰ و ۰/۵۶۶ در برابر ریزگردها آسیب‌پذیرند، به‌طوری‌که هرچه این میزان به یک نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهندهٔ آسیب‌پذیری بالاست.

بحث و نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های پژوهش، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که سه دهستان اناران، نهرعنبر و دشت عباس با درجات مختلفی از نظر توان سازگاری در سطح بالا قرار گرفتند. دهستان دشت عباس با میزان توان سازگاری ۰/۶۰۵ در بازهٔ [0.1] دارای بیشترین توان سازگاری، دهستان نهرعنبر با میزان ۰/۵۸۸ و دهستان اناران با میزان ۰/۵۶۳ به‌ترتیب دارای دومین و سومین رتبه از نظر توان سازگاری بودند. میزان توان سازگاری به‌دست‌آمده در سطح بالا (زیاد) بیانگر آن است که کشاورزان هر سه دهستان، از نظر منابع پنج‌گانهٔ سازگاری دربرابر ریزگردها دارای شرایط تقریباً یکسانی بودند. تفاوت در میزان توان سازگاری کشاورزان هرکدام از دهستان‌ها به‌دلیل تفاوت در وضعیت منابع پنج‌گانه، به‌خصوص منابع فیزیکی کشاورزان بود. برای مثال، میزان اراضی زراعی آبی و تعداد ماشین‌آلات تحت مالکیت کشاورزان، مرغوبیت بافت خاک، و درآمد حاصل از کشاورزی کشاورزان دهستان دشت عباس بیش از دیگر دهستان‌های مورد مطالعه بود. اسمیت و واندل، و اینگرام و همکاران معتقدند که منابع فیزیکی بر میزان توان سازگاری در برابر بلایای طبیعی تأثیر دارند (Smith & Wandel, 2006; Ingram et al., 2006). اکین و بوجورکوییز-تاپیا براساس منابع پنج‌گانهٔ توان سازگاری خانوارهای مورد مطالعه به این نتیجه رسیدند که جامعهٔ مورد مطالعهٔ آنان دربرابر تغییرات آب‌وهوایی توان سازگاری بالایی دارد (Eakin, & Bojorquez-Tapia, 2008). به‌طور کلی، تأثیر منابع مختلف اجتماعی، انسانی، فیزیکی، مالی و طبیعی بر میزان توان سازگاری مناطق روستایی دربرابر تغییرات محیط‌زیستی و مخاطرات طبیعی را توآیتز و همکاران نیز اثبات کردند (Thwaites et al., 2008).

کشاورزان گندم‌کار در سه دهستان مورد مطالعه، دربرابر ریزگردها حساسیت بالایی داشتند ولی هرکدام با درجات مختلفی حساسیت خود را نشان دادند. دهستان اناران و دشت عباس بیشترین میزان حساسیت (۰/۷۹۰) و دهستان نهرعنبر حساسیت کمتری درمقایسه با دو دهستان دیگر داشت (۰/۷۴۲). براساس یافته‌های تحقیق، کشاورزان دشت عباس و اناران به دلیل داشتن زمین بیشتر درمقایسه با کشاورزان نهرعنبر، در کنار کشت آبی به کشت دیم نیز

مشغول بودند و این منجر به حساسیت بیشتر آنان در برابر ریزگردها بود. آیفینی- اوبی و همکاران در آفریقای جنوبی وابستگی کشاورزان به کشت دیم را از علل آسیب‌پذیری زیاد آنان دربرابر بلایای طبیعی دانستند (Ifeanyi-obi et al., 2012).

با توجه به مطالب گفته‌شده، منطق فازی میزان آسیب‌پذیری را در بازهٔ [0,1] نشان می‌دهد، به‌طوری‌که هرچه آسیب‌پذیری به یک نزدیک‌تر باشد بیشتر و هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد کمتر است. کشاورزان سه دهستان مورد مطالعه دارای آسیب‌پذیری متوسط رو به زیاد بودند که این نشان از قرارگرفتن آنان لب مرز آسیب‌پذیری است. بنابراین، مسئولان امر در شهرستان دهلران باید برای بالابردن و تقویت منابع پنج‌گانه برنامه‌ریزی مدیریتی انجام دهند تا از این طریق با مدیریت بحران پدیدهٔ ریزگرد، آسیب‌پذیری ناشی از آن بین کشاورزان کاهش یابد. همچنین می‌بایست با انجام فعالیت‌های پیشگیرانه و دادن هشدار و آگاهی لازم به کشاورزان، آنان را برای آماده‌سازی زیرساخت‌های لازم و امکانات ذخیره‌سازی محصول قبل از وقوع پدیده آماده کرد. این کار باعث کاهش خسارت پدیدهٔ ریزگرد در جوامع روستایی به‌خصوص برای کشاورزان شهرستان دهلران می‌شود و گامی است در جهت توسعهٔ بیشتر مناطق روستایی و کشاورزی. در ادامه، به‌منظور افزایش توان سازگاری، کاهش حساسیت و درنهایت کاهش آسیب‌پذیری کشاورزان پیشنهادهایی ارائه شده است.

پیشنهادها

– تقویت منابع فیزیکی کشاورزان به‌منظور بالابردن توان سازگاری آنان در برابر ریزگردها. تسطیح اراضی به‌شیوهٔ استاندارد به‌منظور استفادهٔ مناسب از آب در امور کشاورزی، خدمات‌رسانی به کشاورزان منطقه از سوی نهادهای دولتی و مؤسسات اعتباری برای خریداری ماشین‌آلات و دادن تسهیلات کم‌بهره به‌منظور نصب سیستم‌های آبیاری تحت فشار به‌دلیل هزینهٔ بالای آن.

– تقویت منابع انسانی کشاورزان به‌منظور بالابردن توان سازگاری آنان در برابر ریزگردها.

توجه به مسئلهٔ آموزش کشاورزان با برگزاری کلاس‌های ترویجی و دادن مشاوره به آنان در زمینهٔ چگونگی مقابله و سازگاری در برابر پدیدهٔ ریزگردها.

– تقویت منابع مالی کشاورزان به‌منظور بالابردن توان سازگاری آنان در برابر ریزگردها. ترغیب کشاورزان به کارآفرینی و راه‌اندازی مشاغل جانبی، طرح‌های کشاورزی از طرف جهاد کشاورزی به‌منظور افزایش درآمد کشاورزان و ترغیب آنان به استفاده از درآمدهای کشاورزی برای بهبود امور کشاورزی.

– تقویت منابع طبیعی کشاورزان به‌منظور بالابردن توان سازگاری آنان در برابر ریزگردها. تسریع در عملیات کانال‌کشی و آب‌رسانی به مزارع منطقه و آبی‌کردن زمین‌های دیم با توجه به شرایط آب‌وهوایی منطقه و تمایل کشاورزان به کشت آبی در افزایش توان سازگاری کشاورزان.

– تقویت منابع اجتماعی کشاورزان به‌منظور بالابردن توان سازگاری آنان در برابر ریزگردها. افزایش آگاهی کشاورزان از طریق تشکیل نهادها و تشکل‌های کشاورزی و ترویج عضویت کشاورزان در صنف کشاورزان برای مبادلهٔ تجربه، توسعه و ترویج همکاری و تبادل اطلاعات بین کشاورزان و کشاورزان با مشاوران.

– بهبود فرایند تولید برای کاهش حساسیت کشاورزان در برابر ریزگردها. آگاهی‌دادن به کشاورزان در استفاده از سموم جدید و کودهای بیولوژیکی برای تقویت بهتر زمین و گیاه، توزیع بذرهای مقاوم و سازگار با شرایط منطقه و ریزگردها، استفاده از دستگاه‌های جدید بذرکار به‌جای روش‌های سنتی، گسترش تناوب کشت جهت بهبود کیفیت خاک.

در نهایت با توجه به اینکه کشاورزان سه دهستان مذکور، سطح آسیب‌پذیری یکسان ولی با درجات مختلفی داشتند، توصیه می‌شود با درنظرگرفتن تفاوت‌های موجود در مناطق، از برنامه‌های مدیریتی بلندمدت برای مقابله و سازگاری با پدیدهٔ ریزگرد متناسب با شرایط منطقه استفاده شود و از اجرای برنامه‌ها و روش‌های یکسان برای تمامی دهستان‌ها در سطح شهرستان اجتناب شود.

منابع

پورطاهری، مهدی؛ پریشان، مجید؛ افتخاری، عبدالرضا رکن‌الدین و عسگری، علی، ۱۳۹۰، **سنجش و ارزیابی مؤلفه‌های مبنایی مدیریت ریسک زلزله (مطالعهٔ موردی: مناطق روستایی شهرستان قزوین)**، پژوهش‌های روستایی، بهار، شمارهٔ ۲ (۱) (پیاپی ۵)، صص. ۱۵۰-۱۱۵.

صحنعلی‌زاده، مهدی و حیدری، محمدامین، ۱۳۹۲، **بررسی روند ماهانه و سالانهٔ تعداد روزهای گرد و غباری (ایستگاه آبادان، ایران)**، اولین همایش بین‌المللی ریزگردها، مدیریت عوامل و پیامدها، دانشگاه لرستان، اردیبهشت.

ناصری، حمیدرضا و صارمی‌نژاد، فردوس، ۱۳۹۰، **مقایسهٔ ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان به روش‌های DRASTIC و منطق فازی (مطالعهٔ موردی: دشت گل‌گیر مسجد سلیمان)**، فصلنامهٔ جغرافیای طبیعی، سال ۴، شمارهٔ ۱۱، بهار.

Acosta, L.A. & Eugenio, J.M.A., 2014, **Defuzzification of Fuzzy Concepts to Support Vulnerability Assessments of Climate Change Impacts in the Philippines,** Advances in Environmental Research, New York: Nova Science, PP. 165-194.

Acosta-Michlik, L.; Klein, R.J.T.; Kumar, K.; Eierdanz, F.; Alcamo, J.; Kromker, D.; Carius, A. & Tanzler, D., 2005, **How Vulnerable is India to Climatic Stress? Measuring Vulnerability to Drought using the Security Diagram Concept,** An International Workshop Holmen Fjord Hotel, Asker, near Oslo, PP. 21–23.

Adger, W.N., 2006, **Vulnerability,** Global Environmental Change 16, PP. 268–281.

Adger, W.N., 1999, **Social Vulnerability to Climate Change and Extremes in Coastal Vietnam,** World Development, Vol. 27, No. 2, PP. 249-269.

Adger, W.N.; Brooks, N.; Bentham, G.; Agnew, M. & Eriksen, S., 2004, **New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity,** Tyndall Centre for Climate Change Research, Technical Report 7.

Alcamo, J.; Acosta-Michlik, K.; Carius, A.; Eierdanz, F.; Klein, R.; Kromker, D. & Tanzler, D., 2008, **A New Approach to Quantifying and Comparing Vulnerability to Drought,** Reg Environ Change Vol. 8, PP. 137–149.

Barnett, J. & Adger, W.N., 2007, **Climate Change, Human Security and Violent Conflict,** Political Geography, Vol. 26, Issue 6, August, PP. 639–655.

Beaula, Th. & Partheeban, J., 2013, **Risk Assessment of Natural Hazards in Nagapattinam District Using Fuzzy Logic Model,** International Journal of Fuzzy Logic Systems (IJFLS), Vol. 3, No. 3, July.

Bojorquez-Tapia, L.A., 2002, **Integrating Fuzzy Logic, Optimization, and GIS for Ecological Impact Assessments,** Environmental management, Vol. 30, No. 3, PP. 418–433.

Cassel- Gintz, M.A., Ludeke, M.K.B., Petschel-Held, G., Reusswig, F., Plochl, M., Lammel, G. & Schellnhuber, H.J., 1997, **Fuzzy Logic based Global Assessment of the Marainalitv of Aaricultural Land Use,** Climate research climate res, Vol. 8, PP. 135-150.

Chambers, R., 1989, **Vulnerability, Coping and Policy (Editorial Introduction),** IDS Bulletin, Vol. 37, No. 4, September.

Cheung, W.W.L., Pitcher, T.J. & Pauly, D., 2005, **A Fuzzy Logic Expert System to Estimate Intrinsic Extinction Vulnerabilities of Marine Fishes to Fishing,** Biological Conservation 124, PP. 97–111.

Cutter, S.L., Emrich, CH.T., Webb, J.J. & Morath, D., 2009**, Social Vulnerability to Climate Variability Hazards: A Review of the Literature,** Hazards and Vulnerability Research Institute Department of Geography University of South Carolina Columbia, SC 29208.

Eakin, H. & Bojorquez-Tapia, L.A., 2008, **Insights into the Composition of Household Vulnerability from Multicriteria Decision Analysis,** Global Environmental Change 18, PP. 112–127.

Fussel, Hans M., 2007, **Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research,** Global Environmental Change 17, PP. 155–167.

Gallopin, G.C., 2006, **Linkages between Vulnerability, Resilience, and Adaptive Capacity,** Global Environmental Change 16, PP. 293–303.

Hahn, M.B., Riederer, A.M. & Foster, S.O., 2009, **The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change—A case study in Mozambique,** Global Environmental Change, 19(1), PP. 74-88.

Ifeanyi-obi, C., Etuk, U.R. & Jike-wai, O., 2012, **Climate Change, Effects and Adaptation Strategies; Implication for Agricultural Extension System in Nigeria,** Greener Journal of Agricultural Sciences, ISSN: 2276-7770, March, Vol. 2 (2), PP. 053-060.

Ingram, J.C., Franco, G., Rumbaitis-del rio, C. & Khazai, B., 2006, **Post-disaster Recovery Dilemmas: Challenges in balancing short-term and long-term needs for vulnerability reduction,** Environmental Science & Policy 9, PP. 607– 613.

Loayza, N.V., Olaberria, E., Rigolini, J. & Christiaensen, L., 2012, **Natural Disasters and Growth: Going Beyond the Averages,** World Development Vol. 40, No. 7, PP. 1317–1336.

Pelling, M. & Uitto, J.I., 2001, **Small Island Developing States: Natural disaster vulnerability and global change,** Environmental Hazards 3, PP. 49–62.

Sivanandam, S.N., Sumathi, S. & Deepa, S.N., 2007, **Introduction to Fuzzy Logic using Matlab,** Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Smit, B. & Wandel, J., 2006, **Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability,** Global Environmental Change 16, PP. 282–292.

Thwaites, R., Curtis, A., Mazur, N. & Race, D., 2008, **Understanding Rural Landholder Responses to Climate Change,** Institute for Land, Water & Society Charles Sturt University Report No. 48.

Zhong, L., Liu, L. & Liu, Y., 2010, **International Conference on Agricultural Risk and Food Security 2010 Natural Disaster Risk Assessment of Grain Production in Dongting Lake Area China,** Agriculture and Agricultural Science Procedia 1, PP. 24–32.

Zlateva, P., Pashova, L., Stoyanov, K. & Velev, D., 2011, **Social Risk Assessment from Natural Hazards Using Fuzzy Logic,** International Journal of Social Science and Humanity, Vol. 1, No. 3.