



مرکز بررسی‌های استراتژیک
CENTER FOR STRATEGIC STUDIES



سازگاری کشاورزان با کمبود آب در محیط‌های در معرض خشکسالی

(مطالعه موردی منطقه راجشاهی، بنگلادش)

از مجموعه مقالات نشست
تخصصی پیرامون کارگروه
ملی سازگاری با کم‌آبی
(مرداد ۱۳۹۷)

بسم الله الرحمن الرحيم

عنوان گزارش: سازگاری کشاورزان با کمبود آب در محیط‌های در معرض خشکسالی (مطالعه موردی منطقه راجشاهی، بنگلادش)

adaptation to water scarcity in drought-prone environments: A case study of Rajshahi District, Bangladesh.

نویسنده: خورشید عالم

Alam, Khorshed

انتشار: مدیریت آب کشاورزی، اکتبر ۲۰۱۴

مترجم: حنظله سلیمانی

مرکز بررسی‌های استراتژیک ریاست جمهوری

مرداد ۱۳۹۷

کلیه حقوق این اثر متعلق به مرکز بررسی‌های استراتژیک ریاست جمهوری است.
هر گونه بازنشر این گزارش بدون اجازه کتبی مرکز بررسی‌های استراتژیک ریاست جمهوری ممنوع است.

ضرورت ترجمه گزارش‌های راهبردی

نوشتارها به افکار جهت و افکار به جهان شکل می‌دهند. جهان امروز نیز دربرگیرنده هزاران اندیشکده، مؤسسه مطالعات راهبردی و اتاق‌های فکری است که کارشناسان و تحلیل‌گران راهبردی را در خود گرد آورده‌اند و با انتشار گزارش‌های راهبردی بر افکار سیاستمداران، بخش خصوصی، رسانه‌ها و جوامع تأثیر می‌گذارند. نزدیک به هفت هزار اندیشکده در جهان وجود دارد که مجموعه گسترده‌ای از دانش راهبردی درباره موضوعات مختلفی از محیط‌زیست تا اقتصاد، روابط بین‌الملل، و مسائل نظامی و امنیتی را منتشر می‌کنند. این مؤسسات هم‌چنین می‌کوشند تا برآوردهای خود از آینده را نیز ارائه کنند و آینده‌پژوهی یکی از مهم‌ترین اقدامات آن‌هاست.

آگاهی یافتن از موضوعات مدنظر اندیشکده‌ها و مؤسسات مطالعات راهبردی در جهان یکی از ضرورت‌های تفکر راهبردی در ایران است. تحلیل‌گران و استراتژیست‌های ایرانی برای ارائه تحلیل‌هایی که متضمن تأمین منافع ملی باشد به شناخت گزارش‌های اندیشکده‌های خارجی نیازمند هستند. این‌گونه گزارش‌ها هم‌چنین به لحاظ روش‌شناختی نیز گاه حائز اهمیت هستند. پوشیده نیست که هنوز روش‌شناسی پژوهش‌های راهبردی و حتی گاه شیوه نگارش گزارش‌های راهبردی مؤثر نیز در میان بسیاری از اندیشکده‌های ایرانی کاستی‌هایی دارد.

مرکز بررسی‌های استراتژیک با هدف توجه دادن کارشناسان و تحلیل‌گران کشور، و هم‌چنین جهت اطلاع‌یابی مدیرانی که در معرض مسائل و تصمیم‌گیری‌های راهبردی هستند، نسبت به ترجمه و بنا به مورد انتشار محدود یا عمومی مجموعه‌ای از متون راهبردی اقدام می‌کند. مرکز بررسی‌های استراتژیک اگرچه پیشگفتارهای کوتاهی را به ابتدای این گزارش‌ها می‌افزاید و تلاش دارد تا قرائت تحلیل‌گران این مرکز از هر گزارش را ارائه نماید، اما مندرجات این گزارش‌ها الزاماً بیانگر دیدگاه‌های مرکز بررسی‌های استراتژیک نیستند. امید است این اقدام به تعمیق تفکر راهبردی کمک نماید. مرکز بررسی‌های استراتژیک از هرگونه نقد و نظر و هم‌چنین دریافت نظرات مخاطبان این مجموعه درباره مندرجات گزارش‌ها استقبال می‌کند. کارشناسان و تحلیل‌گران هم‌چنین می‌توانند متون راهبردی را که ترجمه و ارائه آن‌ها به جامعه کارشناسان و تحلیل‌گران راهبردی کشور مناسب است به این مرکز پیشنهاد کنند.

حسام‌الدین آشنا

رئیس مرکز بررسی‌های استراتژیک

چکیده

کمبود آب و خشکسالی، تهدیدی علیه زندگی جوامع کشاورز و اقتصاد در بخش‌هایی از جهان قلمداد می‌گردد. این مطالعه با استفاده از پایش ۵۴۶ خانوار کشاورز و به کارگیری رگرسیون لاجیت چند جمله‌ای، سازگاری برنج‌کاران با کمبود آب در یک اقلیم نیمه خشک در بنگلادش را بررسی می‌کند. این تحقیق، عوامل تعیین‌کننده واکنش سازگاری کشاورزان به کمبود آب را شناسایی می‌کند. این تحلیل نشان می‌دهد که کشاورزان با تجربه بیشتر، تحصیلات بهتر، حقوق اجاره‌داری مطمئن‌تر، دسترسی بهتر به برق و تسهیلات نهادی، و آگاهی از اثرات اقلیمی، به احتمال بیشتر راهبردهای سازگاری را اتخاذ می‌کنند. گزینه‌های سازگاری کشاورزان در مقایسه با رویکرد سنتی آبیاری با آب‌های زیرزمینی بررسی شده است. این مطالعه، موضوعات پایداری روش‌های سازگاری کشاورزی در زمینه‌ای با وابستگی فزاینده به آبیاری با آب‌های زیرزمینی را مطرح می‌نماید. نتایج این تحقیق، یک بینش و آگاهی نسبت به روش‌های آبیاری پایدار و درکی از ویژگی‌های مزارع و خانوارهای کشاورز، به منظور چارچوب‌بندی بهتر راهبردها برای تحمل رژیم‌های دچار تنش آبی در محیط‌های در معرض خشکسالی فراهم می‌کند.

واژگان کلیدی: سازگاری، بنگلادش، تغییر اقلیم، خشکسالی، برنج‌کاری، مدل لاجیت چندجمله‌ای



۱. مقدمه

بنگلادش با ۱۵۶ میلیون نفر جمعیت و محدوده سرزمینی کوچک، یکی از متراکم‌ترین کشورهای جهان است. این کشور همچنین یکی از آسیب‌پذیرترین کشورها در برابر اثرات نامطلوب تغییر اقلیم است (Sarker et al., ۲۰۱۲; World Bank, ۲۰۱۳; IPCC, ۲۰۰۷). بیشترین حوادث و آسیب‌ها در بنگلادش مربوط به سیلاب‌ها است. با این حال، خشکسالی به پدیده‌ای مکرر در کشور طی چند سال اخیر، به خصوص در منطقه شمال غرب به دلیل بارش‌های با تغییرپذیری بالا و نامطمئن در این منطقه، تبدیل شده است (Habiba et al., ۲۰۱۱; Shahid and Behrawan, ۲۰۰۸). شهید^۱ (۲۰۱۱) افزایش شدت خشکسالی‌ها در آینده نزدیک در بنگلادش را پیش‌بینی نمود. بیش از ۱۰۰ میلیون نفر (۶۴/۱ درصد) از جمعیت بنگلادش در مناطق روستایی زندگی می‌کنند و زندگی و تأمین غذای آنها در برابر حوادث اقلیمی شدید، آسیب‌پذیر است. خشکسالی‌ها در تمام سه فصل کشت در بنگلادش بر محصول برنج اثر می‌گذارند - به ترتیب حدود ۰/۴۵، ۰/۴۰ و ۰/۳۴ میلیون هکتار از زمین‌ها هر سال در فصول ربیع (بهار)، پیش از خریف (تابستان) و خریف (پاییز) تحت تأثیر خشکسالی شدید قرار می‌گیرند (Habiba et al., ۲۰۱۱). برنج گونهٔ آمان^۲ با تولید سالانه ۳۴ میلیون تن، ۳۸ درصد از تولید سالانه برنج بنگلادش را تشکیل می‌دهد (BBS, ۲۰۱۲). بیش از ۱۷ درصد محصول آمان هر ساله به دلیل خشکسالی از بین می‌رود (DMB, ۲۰۱۰).

کاهش اثرات خشکسالی و کمبود آب کاری زمان‌بر و اجرای آن دشوار است و غالباً مستلزم سرمایه‌گذاری‌های هنگفت است. بنابراین باید روش‌های کشاورزی با محیط در حال تغییر، سازگاری پیدا کنند. فرایندهای تصمیم‌گیری کشاورزان در مورد اتخاذ فناوری و سیستم‌های مدیریت آبیاری جدید، به طور متعدد در ادبیات این موضوع مورد مطالعه قرار گرفته است (Gebrehiwot and van der Veen, ۲۰۱۳; Mertz Mertz et al., ۲۰۰۹; Pereira et al., ۲۰۰۲). اکثر مطالعات سازگاری تا به امروز به طور کلی بر تغییر اقلیم و تغییرپذیری تمرکز نموده‌اند (Gebrehiwot and van der Veen, ۲۰۱۳; Tessema et al., ۲۰۱۳; Bryan et al., ۲۰۰۹; Deressa et al., ۲۰۰۹). مطالعات با تمرکز خاص بر سازگاری با خشکسالی و کمبود آب، بسیار اندک هستند.

اکثر مطالعات سازگاری اقلیمی، متمرکز بر آفریقا هستند (Juana et al., ۲۰۱۳)، جایی که شرایط بوم‌شناختی کشاورزی، اجتماعی اقتصادی و اقلیمی آن کاملاً متفاوت با مناطق دیگر است. هیچ رویکرد واحدی به سازگاری با خشکسالی و همچنین هیچ راه‌حل منحصر به فرد مناسبی برای تمام مناطق وجود ندارد. سارکر^۳ و همکاران (۲۰۱۳) همچنین دریافت که تغییرپذیری اقلیمی اثرات متفاوتی بر مناطق مختلف بنگلادش داشته که این نشانگر ضرورت نیاز به راهبردهای سازگاری با تمرکز بیشتر بر موقعیت است. هر منطقه از لحاظ شرایط جغرافیایی، توپوگرافی، اجتماعی اقتصادی و اقلیمی، منحصر به فرد است، بنابراین، راهبردهای سازگاری هم برای هر محل یا جامعه متفاوت یا منحصر به فرد است. مرتز^۴ و همکاران (۲۰۰۹) بر ایجاد درک بهتر از سناریوهای تغییر اقلیم بومی و منطقه‌ای و همچنین راهبردها و ظرفیت‌های سازگاری محلی برای توسعه راه‌حل‌های سازگاری تمرکز نمودند.

اکثر مطالعات، بر رفتارهای سازگاری ادراکی یا پیش‌بینی شدهٔ کشاورزان متمرکز هستند و تمرکز کمی بر رفتار واقعی و بهترین روش‌های مدیریت در سطح مزرعه وجود دارد. علاوه بر این، تحقیقات سازگاری، موضوعات پایداری در طراحی و

1. Shahid
2. Aman
3. Sarker
4. Mertz



اجرای اقدامات سازگاری را مد نظر قرار نمی‌دهند. وال و اسمیت^۵ (۲۰۰۵) اشاره داشتند که علیرغم رابطه موجود بین سازگاری با تغییر اقلیم و روش‌های کشاورزی پایدار، چنین پیوندهایی به ندرت در ادبیات کشف شده‌اند، و همچنین به موضوعات گنجانیدن پایداری در برنامه‌ریزی و اجرای سیاست‌ها و راهبردهای سازگاری در فعالیتهای عمومی و خصوصی هم پرداخته نشده است.

راهبردهای سازگاری با تغییر اقلیم و روش‌های کشاورزی پایدار باید پشتیبان (مکمل) یکدیگر باشند. به عنوان مثال، روش‌های فعلی سازگاری کشاورزان در آبیاری آب‌های زیرزمینی به منظور همراهی با کمبود فزاینده آب در منطقه شمال غربی بنگلادش، منجر به پایین رفتن سطح آب‌های زیرزمینی، فرونشست زمین و ریزش چاه‌های لوله‌ای در طول فصل‌های خشک گردیده است (Dey et al., ۲۰۱۱; Zahid and Ahmed, ۲۰۰۶; Adhikary et al., ۲۰۱۳). این برداشت‌های بیش از حد، به دلیل خالی شدن منابع آب‌های زیرزمینی به پایداری کشاورزی استفاده‌کنندگان آبی آسیب وارد می‌کند.

گبریووت و ون در وین^۶ (۲۰۱۳) به عواقب جدی خشکسالی برای کشاورزی و امنیت غذایی و بالتبع، زندگی جوامع کشاورزی وابسته به کشاورزی آبی اشاره کردند. بنگلادش سابقه‌ای طولانی در طراحی و اجرای راهبردهای سازگاری متعدد در قالب سیاست‌ها و سرمایه‌گذاری ثابت به خصوص در ارتباط با سیلاب‌ها و طوفان‌های موسمی دارد (Sarker et al., ۲۰۱۰; World Bank, ۲۰۱۳). با این حال، اقدام زیادی در خصوص طراحی راهبردهای سازگاری مقاوم به خشکسالی برای بخش کشاورزی صورت نگرفته است. راهبردهای مقاوم به خشکسالی برای زندگی‌های روستایی و کل اقتصاد روستا از اهمیت بالایی برخوردار است. مطالعات باید در شرایط مختلف بوم‌شناختی کشاورزی و اقلیمی، درک بهتری از رفتارهای سازگاری کشاورزان و بهترین رویه‌های مدیریتی داشته باشند. هدف این تحقیق از انتخاب راجشاهی، یک منطقه در معرض خشکسالی در شمال غربی بنگلادش، به عنوان مورد مطالعه، فراهم نمودن آگاهی در مورد عوامل مؤثر بر گزینه‌های سازگاری کشاورزان در منطقه مورد مطالعه است. سؤالات تحقیق برای دستیابی به این اهداف به شرح زیر است: (۱) برداشت یا ادراک کشاورزان درباره تغییر اقلیم چیست؟، (۲) واکنش‌های اصلی سازگاری توسط کشاورزان چیست و عوامل مؤثر بر اتخاذ راهبردهای سازگاری در سطح مزرعه چه می‌باشد؟، و (۳) پیامدهای پایداری بلندمدت روش‌های سازگاری موجود در منطقه مورد مطالعه چیست؟

اگر بخواهیم که رشد شگفت‌انگیز کشاورزی در گذشته، پایدار بماند و از امنیت غذایی کشور در محیط متغیر جهانی اطمینان حاصل کنیم، درک بهتر از گزینه‌های سازگاری برای پرداختن به تنش آبی فزاینده، از اهمیت بالایی برای سیاست‌گذاران برخوردار است. این مطالعه با شناسایی واکنش کشاورزان برنج‌کار به تغییرات اقلیمی در محیط‌های در معرض خشکسالی، به ادبیات موجود کمک می‌کند. بدیهی است که درک عوامل مؤثر بر انتخاب راهبردهای سازگاری توسط کشاورزان و چگونگی ارتباط آنها با پایداری روش‌های کشاورزی، تنها یک چالش آکادمیک نیست، بلکه همچنین برای سیاست‌گذاری و اجرای سیاست هم حیاتی است.

چارچوب مابقی مطالعه بدین شرح است: بخش بعدی، ادبیات موجود در مورد راهبردهای سازگاری و عوامل تعیین‌کننده آنها را به طور خلاصه مرور می‌کند. بخش ۲، زمینه جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، رویه‌های گردآوری داده‌ها و انتخاب نمونه، و مدل تجربی مورد استفاده در این تحقیق را توصیف می‌نماید. نتایج انتخاب‌های اقدامات سازگاری کشاورزان و بحث در مورد عوامل مؤثر بر انتخاب‌های آنها و موانع درک شده در برابر سازگاری در بخش ۳ مطرح می‌گردند. نتایج در بخش ۴، پیامدهای سیاستی را ارائه می‌کنند.

5. Wall and Smith

6. Gebrehiwot and van der Veen



۱-۱. مرور ادبیات

این بخش به طور خلاصه بر طبقه‌بندی راهبردهای سازگاری و عوامل مؤثر بر سازگاری در سطح مزرعه برای مواجهه با حوادث شدید کار می‌کند. سازگاری کشاورزی در برابر تغییر اقلیمی، به تعدیل و تنظیم سیستم‌های کشاورزی در واکنش به محرک‌ها و شرایط اقلیم و غیراقلیمی واقعی و یا پیش‌بینی شده به منظور جلوگیری یا کاهش ریسک‌های مرتبط یا محقق کردن فرصت‌های بالقوه اشاره دارد (Smit et al., ۲۰۰۰; IPCC, ۲۰۰۱). مزارع دچار کمبود آب، به راهبردهای سازگاری نوآورانه و پایدار نیاز دارند تا ظرفیت تولیدی منابع پایه را حفظ نماید. سازگاری می‌تواند در سطوح مختلف از محلی تا ملی و جهانی اتفاق بیافتد. روش‌های کشاورزی از لحاظ مکانیزاسیون، استفاده از گونه‌های پرمحصول و پیشرفت‌های فناوریانه، مدام در حال تغییر است.

سازگاری با حوادث اقلیمی شدید یکی از موضوعات تحقیقات اخیر بوده که غالباً بر اقتصادهای در حال توسعه آفریقایی و تا حد کمی بر کشورهای توسعه یافته متمرکز بوده‌اند (Nicholas and Durham, ۲۰۱۲; Wheeler et al., ۲۰۱۳). تغییر اقلیم و حوادث شدید، پیامدهای منفی و مثبتی در بخش کشاورزی در کشورهای توسعه یافته دارند؛ با این حال، در کشورهای در حال توسعه، پیامدها غالباً منفی هستند. علاوه بر این، جوامع فقیر بیشترین آسیب را می‌بینند و لذا ممکن است مهاجرت نمایند (IPCC, ۲۰۱۴; Cannon, ۲۰۰۲). در ایالات متحده آمریکا، پیش‌بینی شده که اثر تغییرات اقلیمی به نفع تولید محصولات کشاورزی باشد، گرچه تفاوت‌های منطقه‌ای زیادی وجود خواهد داشت (Reilly et al., ۲۰۰۳). بیدی و اولسن^۷ (۲۰۱۱) دریافتند که دماهای پیش‌بینی شده بالاتر، بسته به نوع و گونه محصول و اقدامات سازگاری انجام شده، هم اثرات منفی و هم مثبت بر کشاورزی اروپا دارد. اما مطالعات نشان می‌دهند که کشاورزی آفریقا غالباً تحت تأثیر منفی تغییرات اقلیمی است (Tessema et al., ۲۰۰۹; Bryan et al., ۲۰۰۹; al., ۲۰۱۳). به طور سنتی این باور وجود دارد کشاورزان در برابر شرایط آب و هوایی شدید بسیار سازگارپذیر هستند، اما تغییرات اقلیمی ریسک‌های غیرقابل پیش‌بینی جدید را برای رویه‌های کشاورزی آینده به وجود خواهد آورد.

مدیسون^۸ (۲۰۰۷) بیان داشت که درک و اتخاذ راهبردهای سازگاری، دو مؤلفه اصلی سازگاری بودند. این بدین معنا است که کشاورزان ابتدا باید تغییر در شرایط اقلیمی را درک کنند و سپس مجموعه‌ای از راهبردهای را برای مواجهه با آن به کار گیرند. سازگاری کشاورزی می‌تواند بسته به شرایط اقلیمی و بوم‌شناختی کشاورزی، نوع مزرعه و ترتیبات اجتماعی-سیاسی و نهادی، تغییر نماید. اینها شامل دامنه وسیعی از اشکال، اندازه‌ها، زمان‌بندی و عوامل است. جدول ۱ طبقه‌بندی‌های رایج در ادبیات سازگاری را نشان می‌دهد.

7. Bindi and Olesen

8. Maddison



جدول ۱. طبقه بندی سازگاری‌های کشاورزی با تغییر اقلیم

مفهوم یا	انواع	اقدامات یا نمونه‌ها
هدفمندی/نیت	خودگردان/خودبسته	اجرای مستقل توسط بازیگران خصوصی، به عنوان مثال تعدیل روش‌های کشاورزی از طریق
	برنامه‌ریزی شده	مداخلهٔ سیاستی عمدی توسط آژانس‌های بخش عمومی، به عنوان مثال تنظیم مقررات،
مقیاس‌های زمانی	پیش‌نگرانه/کنش‌گرا	اقدام قبل از مشاهدهٔ اثرات، به عنوان مثال خرید بیمه، سیستم هشدار زودهنگام.
	واکنشی	اقدام پس از ظهور پیامدهای اولیه، به عنوان مثال تغییر در روش‌های کشاورزی.
	پیشینی	اقداماتی برای پیشگیری از آسیب اقلیمی
حیطه زمانی	پسینی	اقداماتی برای تنظیم مسئولیت و جبران، زمانی که آسیب رخ داده است.
	کوتاه مدت	از طریق تغییر در نهاده‌های تولید می‌تواند انجام شود.
	بلندمدت	ممکن است نیاز به اصلاح حجم سرمایه داشته باشد.
حیطه فضایی	مقیاس‌ها	اقدامات سازگاری در مقیاس‌های مزرعه، جامعه، منطقه، بخش، ملی و بین‌المللی
سطح راهبردها	اقدامات درون	تنوع گونه‌های محصول، تغییر گونه‌ها، تغییر فصول کاشت، تغییر روش‌های مدیریت محصول
	اقدامات بیرون از	تنوع‌بخشی به اشتغال در خارج از مزرعه، سرمایه‌گذاری در دارایی‌های غیر از مزرعه، مهاجرت
شکل	سازگاری سخت	استفاده از فناوری‌ها و اقدامات خاص شامل کالاهای سرمایه‌ای.
	سازگاری نرم	تمرکز بر اطلاعات، ظرفیت‌سازی، توسعه سیاست و راهبرد، ترتیبات نهادی.
عوامل	بازیگران	کشاورزان، صنایع، دولت‌ها و سازمان‌های غیردولتی.

Sources: Smit & Pilifosova (۲۰۰۱); Bryant et al. (۲۰۰۰); IPCC (۲۰۰۱, ۲۰۰۷).

اشکال متعدد راهبردهای سازگاری را می‌توان طبقه‌بندی نمود که عبارتند از پیش‌نگرانه^۹ (برنامه‌ریزی شده)، واکنشی (خودگردان)^{۱۰}، مدیریت عرضه و تقاضا، ساختاری و غیرساختاری، و سخت و نرم (IPCC, ۲۰۰۱). سازگاری هم می‌تواند درون مزرعه و هم خارج از مزرعه صورت گیرد. سازگاری برنامه‌ریزی شده مستلزم مداخلهٔ دولت است در حالی که سازگاری خودگردان از طرق عوامل خصوصی صورت می‌گیرد (Seo, ۲۰۱۱). رویکرد برنامه‌ریزی شده، کاراتر و اثربخش‌تر از رویکرد واکنشی برای مواجهه با تغییرپذیری اقلیم قلمداد می‌شود (IPCC, ۲۰۰۱). در مورد سازگاری واکنشی، کشاورزان در صورت ظهور اثرات، به حوادث اقلیمی واکنش نشان می‌دهند. با این حال، سازگاری پیش‌نگرانه نیازمند پیش‌بینی خوب و غالباً انگیزه‌های دولت است. در کشورهای در حال توسعه، اکثر اقدامات سازگاری، واکنشی هستند. پیرا^{۱۱} و همکاران (۲۰۰۲) مدیریت آبیاری در مزرعه، شامل استفاده از پساب تصفیه شده و آب‌های شور را بررسی نمودند. سایر روش‌های سازگاری سطح مزرعه شامل تنوع محصول و مدیریت آب و زمین هستند (Wall and Smith, ۲۰۰۵). جونز و بوید^{۱۲} (۲۰۱۱) سازگاری را به عنوان راهبردهای پیشینی و پسینی در تطابق با خشکسالی در مواقع شوک و تنش تعریف کرده است. راهبردهای پیشینی شامل کاشت جنگل، کاهش دریافت غذا، تجارت دام، مهاجرت موقت و جستجوی کمک (هم غذا و هم مالی) می‌شود. علاوه بر این، راهبردهای روی مزرعه شامل تغییرات در زمان‌بندی کاشت، استفاده از گونه‌های جدید محصولات و کار به عنوان نیروی کشاورزی می‌گردد. راهبردهای پسینی شامل ذخیره‌سازی غذا و انتشار زودهنگام اطلاعات مربوط به خشکسالی می‌شود.

^۹. anticipatory^{۱۰}. reactive (autonomous)^{۱۱}. Pereira^{۱۲}. Jones and Boyd



موینجاکا^{۱۳} و همکاران (۲۰۱۰) راهبردهای کلی سازگاری برای بخش کشاورزی به منظور تطابق با تغییرپذیری اقلیم در منطقه در معرض خشکسالی گجرات^{۱۴} هند را شناسایی نمودند. اینها شامل راهبردهای پیشینی (تنوع محصول، تغییر شدت کشاورزی، ترکیب محصول، نوع محصول و موقعیت) و راهبردهای پسینی (بیمه محصول، اصلاحات قیمت‌گذاری، آزادسازی تجارت و سرمایه‌گذاری، خدمات ترویجی، تنوع درآمد، ذخیره‌سازی غذا، مهاجرت، بهبود پیش‌بینی آب و هوایی، تغییر کاربری زمین، و توسعه و اتخاذ فناوری‌های نوین) می‌شوند. موینجاکا و همکاران (۲۰۱۰) اشاره داشتند که هم اقدامات سازگاری پسینی و هم پیشینی می‌توانند در سطح محلی تا جهانی اجرا شده و در استراتژی‌های سطح خرد گنجانده شوند.

راهبردهای مدیریت عرضه شامل استفاده از پساب و آب‌های با کیفیت پایین برای آبیاری، افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی، بهبود سیستم‌های انتقال و توزیع، ارتقای بهره‌برداری و نگهداری، و ایجاد منابع جدید عرضه آب همچون پساب تصفیه شده و آب‌های زیرزمینی شور می‌گردد (Pereira et al., ۲۰۰۲). ترین^{۱۵} و همکاران (۲۰۱۳)، بازیابی و استفاده مجدد از پساب را به عنوان گزینه‌ای برای تطابق با کمبود آب برای ۱۶ درصد از مناطق زیر کشت برنج در سه فصل برنج در کانتو سیتی^{۱۶} ونزوئلا یافتند.

راهبردهای مدیریت تقاضا برای کاهش آبیاری در سطح مزرعه شامل آبیاری مکمل، کم‌آبیاری^{۱۷}، روش‌های بهبودیافته آبیاری، یکنواختی توزیع و روش‌های متعدد حفاظت از آب و خاک می‌شود (Pereira et al., ۲۰۰۲). پیرا و همکاران (۲۰۰۲)، مدیریت تقاضا برای آبیاری را به عنوان روش‌ها و تصمیمات مدیریتی دارای ماهیت چندگانه شامل کشاورزی، اقتصادی و فنی تعریف نمودند.

بیلی^{۱۸} و همکاران (۲۰۰۵) راهبردهای سازگاری را با تمرکز بر جبران اثرات منفی خشکسالی پس از وقوع آنها در میان جوامع دامداری و کشاورزی-دامداری در شرق اتیوپی بررسی کردند. همان طور که درسا^{۱۹} و همکاران (۲۰۰۹) اشاره می‌کنند، مطالعات در آفریقا به دنبال بررسی اثرات تغییر اقلیم و عوامل تعیین کننده راهبردهای سازگاری در سیستم‌های تولید کشاورزی، دامی و مرکب بودند و نتایج نیز بسیار کلی هستند. در نتیجه، برآوردهای پارامترها از اهمیت کمی در شناسایی سیاست‌ها و راهبردهای موقعیت‌ویژه برخوردارند. ریلی و همکاران (۲۰۰۳) اقدامات متعددی را به عنوان ابزارهای تعدیل خشکسالی شناسایی نمودند که شامل تغییر گونه‌ها و زمان‌های کشت، تغییر در نوع محصولات، آبیاری و استفاده از نهاده‌ها بود.

اکثر مطالعات دریافته‌اند که استفاده از محصولات کشاورزی و گونه‌های دامی جدید، تنوع محصول و زندگی، تغییر زمان‌های کشت، کاشت درختان، آبیاری، حفاظت از آب و خاک، و مهاجرت، رایج‌ترین اقدامات سازگاری در بخش کشاورزی برای مواجهه با تغییر اقلیم هستند (Hisali et al., ۲۰۱۱; Deressa et al., ۲۰۰۹; Mertz et al., and Mendelsohn, ۲۰۰۸ ۲۰۰۹; Kurukulasuriya). برای زمین‌های کشاورزی مرتفع و آبی اتیوپی، گبریوت و ون در وین (۲۰۱۳)، تغییر زمان‌های کاشت، حفاظت از خاک، افزایش ذخیره‌سازی آب باران و کاشتن درخت را به عنوان اقدامات اصلی سازگاری در نظر گرفتند. اقدامات سازگاری می‌تواند به تنهایی یا در ترکیب با سایر سیاست‌ها و راهبردها اجرا شوند. نولر و برادشاو^{۲۰} (۲۰۰۷) تحقیقات را برای شناسایی عوامل مؤثر بر سازگاری حفاظت در روش‌های کشاورزی بررسی کردند. آنها تأکید داشتند که تلاش‌ها برای ترویج

13. Mwinjaka

14. Gujarat

15. Trinh

16. Can Tho City

17. deficit irrigation

18. Belay

19. Deressa

20. Knowler and Bradshaw



حفاظت در کشاورزی باید مناسب‌سازی شوند تا شرایط خاص تک تک موقعیت‌ها را منعکس نمایند. سازگاری، موقعیت‌ویژه است و به عوامل متعدد اجتماعی اقتصادی و بوم‌شناختی کشاورزی و شرایط اقلیمی و آب و هوایی بستگی دارد. نماچنا و حسن^{۲۱} (۲۰۰۷) دریافتند که استفاده از گونه‌های مختلف محصولات، تنوع محصول، تغییر زمان‌های کشت، تغییر از فعالیت‌های کشاورزی به فعالیت‌های غیرکشاورزی، افزایش استفاده از آبیاری، و افزایش حفاظت از خاک و آب، رایج‌ترین اقدامات سازگاری در آفریقا هستند.

توانایی و ظرفیت یک سیستم (به عنوان مثال بوم‌شناختی کشاورزی) برای سازگاری با حوادث شدید، تحت تأثیر ویژگی‌های خاص سیستم است که «تعیین‌کننده‌های سازگاری» خوانده می‌شوند (Smit et al., ۲۰۰۰). گبریووت و ون در وین (۲۰۱۳)، دریافتند که سن، جنسیت و تحصیلات مشارکت‌کنندگان (سرپرستان خانوارها)، اندازه خانوار و مزرعه، درآمد، مالکیت دام، دسترسی به خدمات ترویجی، اعتبار، اطلاعات اقلیمی و دما و بارش‌های جوی، بر سازگاری با تغییر اقلیم در مناطق کوهپایه‌ای اتیوپی تأثیرگذار هستند. براین^{۲۲} و همکاران (۲۰۰۹) عوامل تأثیرگذار بر تصمیمات سازگاری در مقابل تغییرات اقلیمی درک شده را شناسایی نموده و دریافتند که اگر کشاورزان به خدمات ترویجی، اعتبار و زمین دسترسی داشته باشند به احتمال بیشتر نسبت به سازگاری اقدام می‌نمایند.

عوامل تعیین‌کننده اصلی راهبردهای سازگاری، با رفتارهای کلی تعداد زیادی خانوار کشاورز در میان‌مدت و بلندمدت در سطح مزرعه مدلسازی شده‌اند (Gebrehiwot and van der Veen, ۲۰۱۳; Deressa et al., ۲۰۰۹; Nhemachena and Hassan, ۲۰۰۷). اینها می‌توانند به واسطه سلسله‌ای از عوامل باشند که به صورت زیر طبقه‌بندی شده‌اند:

- متغیرهای اقلیمی (به عنوان مثال بارش و دما)؛
- متغیرهای اجتماعی-جمعیت‌شناختی (به عنوان مثال سن، تحصیلات، جنسیت، درآمد و تجربه کشاورزی)؛
- ویژگی‌های مزرعه (به عنوان مثال اندازه مزرعه و وضعیت اجاره‌داری)؛ و
- متغیرهای نهادی (به عنوان مثال دسترسی به خدمات ترویجی، اعتبار و بازارها).

تعیین دقیق عوامل تأثیرگذار بر گزینه‌های سازگاری، چه با منشأ محیطی، اقلیمی یا اجتماعی اقتصادی، کاری بسیار دشوار است (Adger et al., ۲۰۰۵). مواجهه با کمبود آب مستلزم یک رویکرد مکمل مدیریت عرضه و تقاضا و همچنین اقدامات درون و بیرون از مزرعه است. راهبردهای سازگاری نه تنها می‌توانند در مقیاس‌های زمانی^{۲۳} چارچوب‌بندی و اجرا شوند، بلکه می‌توانند همچنین دامنه‌ای از مقیاس‌های فضایی^{۲۴} از محلی تا منطقه‌ای و تا ملی داشته باشند (Bonsal et al., ۲۰۱۱). سازگاری‌های مناسب، تاب‌آوری را افزایش داده و آسیب‌پذیری در برابر تهدیدهای متعدد را کاهش می‌دهند.

علیرغم حجم زیاد ادبیات در مورد اثر تغییر اقلیم بر کشاورزی، اما اکثر مطالعات در سطوح منطقه‌ای و ملی و از دیدگاه بخشی انجام شده‌اند و همچنین ویژه یک محصول خاص یا مزرعه‌ویژه یا خانوارویژه نیستند. گرچه چنین تحقیقاتی برای طراحی راهبردهای کاهش اثرات حائز اهمیت هستند، اما ارتباط کمی با ارائه آگاهی‌های حیاتی برای راهبردهای سازگاری اثربخش در سطح خانوار دارند (Di Falco et al., ۲۰۱۲: ۴۵۹). شرایط بوم‌شناختی کشاورزی و هواشناسی به طور اساسی در مناطق مختلف متغیر هستند، لذا درک در سطح خانوار یا مزرعه کماکان ناقص و ابتدایی است. بدیهی است که شکافی بین درک موقعیت و ظرفیت‌های سازگاری محصول‌ویژه در محیط‌های در معرض خشکسالی وجود دارد.

²¹. Nhemachena and Hassan

²². Bryan

²³. temporal scales

²⁴. spatial scales



۳. مشخص‌نمایی و آزمون مدل

۳-۱. ویژگی‌های اجتماعی اقتصادی و جمعیت‌شناختی کشاورزان

آمار توصیفی ویژگی‌های اجتماعی اقتصادی و جمعیت‌شناختی کشاورزان در جدول ۲ ارائه شده است. تمام پاسخ‌دهندگان، سرپرست خانوار هستند. اکثر مزارع پایش شده (۸۱ درصد) در منطقه مورد مطالعه کوچک و محدود بوده و وسعت زمین کشاورزی آنها به طور متوسط کمتر از ۱ هکتار است. تنها ۱۵ درصد از کشاورزان در طبقه متوسط قرار می‌گیرند (۱/۰۱ تا ۳/۰۳ هکتار) و ۴ درصد مابقی، کشاورزان بزرگی هستند که سرانه زمین خانوار آنها بیش از ۳/۰۳ هکتار است. حدود ۹۵ درصد از مزارع به حداقل یکی از اشکال آبیاری دسترسی دارند. در خصوص اندازه خانوار، ۶۲ درصد از خانوارهای کشاورز ۵ عضو یا کمتر، ۳۴ درصد ۶ تا ۱۰ و ۴ درصد بیش از ۱۰ عضو دارند.

جدول ۲. خلاصه آمارها

Exogenous variables	Measure	Mean	Std
Education	Years of schooling	5.36	4.45
Age	Years	47.11	12.56
Gender	1 = male, 2 = female	1.01	0.17
Average household income	BDT ¹	38,110	40,506.15
Tenure status	=1 if farmer has secure access to land; 0 otherwise	0.66	0.47
Farming experience	Years	23.95	12.87
Farm size	Acre	1.74	2.71
Access to electricity	=1 if farmer has access to electricity; 0 otherwise	0.74	0.436
Low institutional access	=1 if low institutional access; 0 otherwise	0.11	0.317
Moderate institutional access	=1 if moderate institutional access; 0 otherwise	0.644	0.479
High institutional access	=1 if high institutional access; 0 otherwise	0.241	0.428
Climatic awareness	1 = Very adversely affected 2 = Adversely affected 3 = Moderately affected 4 = Slightly affected	1.92	40.78

Notes: ¹ Exchange rate; 1US\$ = Taka 877.45 (BDT) in January 2014.

۳-۲. مدل لاجیت چندجمله‌ای^{۲۵} برای گزینه‌های سازگاری

تقریباً تمام پاسخ‌دهندگان (۹۹ درصد) در منطقه مورد مطالعه، کاهش بارش سالانه در طول سال‌ها را درک کرده و آسیب جزئی یا کلی محصول ناشی از خشکسالی و کمبود آب را طی ۲۰ سال اخیر تجربه کرده‌اند. برداشت کشاورزان از کاهش میانگین بارش‌ها، با شواهد سطح کلان تغییر اقلیم و آسیب‌پذیری در بنگلادش همخوانی دارد (World Bank, ۲۰۱۳). از کشاورزان پرسیده شد که آیا هیچ یک از اقدامات سازگاری را برای مواجهه با این اثرات منفی به عمل آورده‌اند: ۹۸ درصد جواب مثبت دادند که با انتظارات و مشاهدات در طول بازدیدهای میدانی در منطقه مورد مطالعه سازگاری دارد. با این حال، این با یافته‌ها در آفریقا مغایرت دارد، جایی که علیرغم تغییرات درک شده در بارش و دما، درصد زیادی از کشاورزان هیچ اقدام تعدیلی در روش‌های کشاورزی خود صورت نداده بودند (Bryan et al., ۲۰۰۹). مشخص شد که کشاورزان راهبردهای مختلفی را برای سازگاری با محیط‌های در معرض خشکسالی در مناطق مورد مطالعه اتخاذ می‌کردند: ۷ واکنش سازگاری شناسایی شد.

²⁵. Multinomial Logit model



کشاورزان حداقل یکی از اشکال سازگاری را اتخاذ کرده‌اند، در غیر این صورت نمی‌توانستند کشاورزی و زندگی خود را حفظ کنند. از آنها خواسته شد تا متداول‌ترین اقدام مورد استفاده خود از میان گزینه‌هایی که در حال حاضر انتخاب شده‌اند را شناسایی نمایند؛ یعنی افزایش استفاده از آب‌های زیرزمینی برای آبیاری (۵۶/۰۴ درصد کل کشاورزان مورد مطالعه)، تنوع محصول و تنظیم تقویم کشت (۲۳/۸۱ درصد)، تغییر کاربری زمین (۹/۷۱ درصد)، افزایش استفاده از آب‌های سطحی برای آبیاری (۴/۲۱ درصد) و سایر (۶/۲۳ درصد که شامل حفاظت از آب و خاک‌ورزی حفاظتی^{۲۶} می‌شود). تفاوت زیاد بین درصدهای گزینه‌های سازگاری، مدل‌سازی آن را دشوار می‌کند، زیرا فراوانی برای برخی از اقدامات خاص، بسیار کم بود. متعاقب گتیو^{۲۷} (۲۰۰۹) و سارکر^{۲۸} و همکاران (۲۰۱۳)، مدل با طبقه‌بندی گزینه‌های بسیار نزدیک در یک طبقه، مجدداً سازماندهی شد. به عنوان مثال، اقدامات حفاظت از آب با گزینه آبیاری با آب‌های سطحی ادغام شد. «حفاظت از آب» به استفاده و انتقال اثربخش‌تر آب به منظور افزایش کارایی کلی استفاده از آب، اشاره دارد. «آبیاری با آب‌های سطحی» به برداشت آب از رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، کانال‌ها، آبگیرها و سدهای کوچک اشاره می‌کند. کشاورزان عمدتاً از روش‌های سنتی و پمپ برای استخراج آب از این منابع استفاده می‌کنند. این طبقه‌بندی مجدد منجر به ۴ نتیجه شد (جدول ۳): افزایش استفاده از آب‌های زیرزمینی برای آبیاری، افزایش استفاده از آب‌های سطحی، تنوع محصول و تنظیم تقویم کاشت، و تغییر کاربری زمین. تنوع محصول شامل کشت مخلوط^{۲۹}، تغییر به سمت محصولات جایگزین (کشت محصولات غیر از برنج)، و استفاده از گونه‌های بذر پرمحصول و مقاوم در برابر گرما و خشکسالی، می‌گردد. تنظیم تقویم کاشت شامل تغییرات در زمان‌های کاشت یا کاشت مجدد است. تغییر کاربری زمین شامل تغییرات در تخصیص زمین به محصولات مختلف و بایر گذاشتن زمین در موارد حاد می‌گردد. هدف از این اقدامات، بهبود روش‌های کشاورزی است و در نتیجه، مانع‌الجمع و کامل هستند، یعنی کشاورز باید یکی و تنها یکی از گزینه‌ها را تعیین نماید.

متداول‌ترین اقدام سازگاری در منطقه مورد مطالعه، آبیاری با آب‌های زیرزمینی بود. بنابراین، این اقدام به عنوان طبقه مبنا یا مرجع مورد استفاده قرار گرفت. احتمال گزینه‌های جایگزین با احتمال گزینه طبقه مرجع مقایسه شده است. جدول ۳ شامل نتایج مدل لاجیت چندجمله‌ای است که در هر ستون معرف یک مدل لاجیت چند جمله‌ای است. برآوردهای پارامتر (ضریب)، احتمال اتخاذ یکی از سه گزینه مطروحه فوق در مقایسه با طبقه مرجع را نشان می‌دهد. متغیرهای کنترل در تمام مدل‌ها یکسان هستند.

²⁶. conservation tillage²⁷. Gbetibouo²⁸. Sarker²⁹. inter-cropping



جدول ۳. برآوردهای مدل لاجیت چند جمله‌ای

Variables	Increased use of surface water		Crop diversification		Land use change	
	Coefficient	Marginal effect	Coefficient	Marginal effect	Coefficient	Marginal effect
Constant	-2.28 (0.97) [*]	-	-4.50 (0.96) [*]	-	-2.97 (0.99) [*]	-
Education	0.057 (0.033) ^{***}	0.003 (0.00)	0.05 (0.03) ^{***}	0.00 (0.00)	0.05 (0.03)	0.00 (0.00)
Age	-0.002 (0.012)	-0.00 (0.00)	0.00 (0.010)	0.00 (0.00)	0.019 (0.012)	0.00 (0.00)
Gender	0.004 (0.84)	0.011 (0.077)	-0.42 (0.83)	-0.47 (0.09)	-0.14 (1.087)	-0.00 (0.085)
Household income	1.37e ⁻⁰⁶ (8.25e ⁻⁰⁷)	1.66e ⁻⁰⁷ (2.57) ^{**}	-1.96e ⁻⁰⁶ (8.82e ⁻⁰⁷) ^{**}	-2.53e ⁻⁰⁷ (1.00e ⁻⁰⁷) [*]	-7.81e ⁻⁰⁷ (1.17 e ⁻⁰⁶)	-4.23e ⁻⁰⁸ (0.00)
Tenure status	-0.63 (0.34) ^{***}	-0.053 (0.03) ^{***}	-0.08 (0.31)	0.014 (0.04)	-0.38 (0.36)	-0.03 (0.03)
Farming experience	0.137 (0.22)	-0.001 (0.02)	0.44 (0.21) ^{**}	0.05 (0.02) ^{**}	0.19 (0.23)	0.007 (0.02)
Farm size	-2.28 (2.36) [*]	-0.00 (0.00)	0.05 (0.12)	0.00 (0.00)	-0.060 (0.07)	-0.00 (0.00)
Electricity	0.59 (0.39)	0.02 (0.03)	0.90 (0.39) ^{**}	0.09 (0.05) ^{**}	0.48 (0.39)	0.02 (0.03)
High institutional access	-0.56 (0.54)	-0.05 (0.04)	2.28 (0.58) [*]	0.27 (0.07) [*]	-1.06 (0.43) ^{***}	0.03 (0.03)
Moderate institutional access	-0.15 (0.34)	-0.08 (0.03) [*]	1.73 (0.47) [*]	0.22 (0.05) [*]	-0.92 (0.36)	-0.04 (0.03)
Climate awareness						
Adversely affected	-0.52 (0.39)	-0.06 (0.031) ^{**}	1.78 (0.46) [*]	0.14 (0.03) [*]	0.86 (0.35) [*]	0.07 (0.03) ^{**}
Moderately affected	1.21 (0.40) [*]	0.04 (0.04)	3.72 (0.48) [*]	0.46 (0.04) [*]	0.31 (0.58)	-0.04 (0.02)
Slightly affected	-11.74 (1368.41)	-0.12 (0.03) [*]	-8.99 (622.73)	-0.04 (0.02) [*]	-10.63 (975.29)	-0.08 (0.02) [*]
Log likelihood	-500.85					
Pseudo R ²	0.19					
LR (chi-square)	234.59 (p < 0.0)					
N	546					

Notes: *, ** and *** are significant at 1%, 5% and 10% significant level, respectively. Increased use of groundwater is used as the base category. Standard errors are in the parenthesis.

در ابتدای برآورد، یک رگرسیون حداقل مربعات معمولی^{۳۰} و عامل تورم واریانس^{۳۱} برای بررسی چندمخطی^{۳۲} احتمالی متغیرهای توضیحی انجام شده بود. نتایج برآورد عامل تورم واریانس ما در دامنه ۱/۰۲ تا ۲/۴۶ قرار می‌گیرند. از آنجایی که این مقادیر برای متغیرهای توضیحی کمتر از ۱۰ هستند، می‌توان نتیجه گرفت که چندمخطی در این مدل موضوعیت ندارد (Kleinbaum et al., ۲۰۱۴). در مرحله بعد، ضرایب پارامتر و اثرات نهایی مدل لاجیت چند جمله‌ای برآورد شده‌اند (جدول ۳). آماره نسبت درست‌نمایی (کای دو^{۳۳} = ۲۳۴/۵۹) نشان می‌دهد که مدل دارای قدرت توضیحی بالا است. به عبارت دیگر، فرضیه صفر مشترک که تمام ضرایب متغیرهای برون‌زا در مدل صفر هستند، در سطح کمتر از ۱ درصد رد شده است. یکی دیگر از شاخص‌های خوبی برازش کلی مدل، مقدار برآوردی R^۲ مک فادن^{۳۴} در سطح ۰/۱۹ است که با لحاظ ماهیت مقطعی بودن طرح تحقیق، قدرت پیشگویی منطقی مدل را نشان می‌دهد.

نهایتاً، روایی استقلال فروض گزینه‌های نامرتب^{۳۵} با استفاده از آزمون هاسمن^{۳۶} تست شده است. نتایج آزمون بدین شرح است: مقادیر کای دو در دامنه ۱/۲۸ تا ۷۷/۰۴ و کمیت احتمال^{۳۷} برابر ۱ است. بنابراین، نتایج آزمون نتوانستند فرضیه صفر استقلال راهبردهای سازگاری را رد کنند. این حاکی از این است که ویژگی مدل لاجیت چند جمله‌ای برای مدلسازی راهبردهای سازگاری در میان جوامع کشاورز روستایی در منطقه راجشاهی، مناسب است.

ویژگی‌های مدل ممکن است متحمل مشکل درون‌زایی ناشی از موضوعات مرتبط با اریب متغیر حذف‌شده^{۳۸}، خطای اندازه‌گیری و همزمان بین متغیرهای مورد مطالعه (علیت معکوس) شوند (Greene, ۲۰۱۲). وجود درون‌زایی، تورشی را در

³⁰. ordinary least square regression

³¹. variance inflation factor (VIF)

³². multicollinearity

³³. chi-square

³⁴. McFadden pseudo R²

³⁵. Independence of Irrelevant Alternatives

³⁶. Hausman test

³⁷. p-value

³⁸. omitted variable bias



برآوردهای ضرایب متغیرهای توضیحی ایجاد کرده و توانایی نتیجه‌گیری درباره ویژگی‌ها را کاهش می‌دهد (Wooldridge, ۲۰۰۶). فرایند تصادفی، یک پاسخ برای تعیین رابطه‌های علی است (Angrist and Krueger, ۲۰۰۱)، گرچه این مورد همواره از جمله در این مطالعه، قابل اجرا نیست.

در ادبیات سازگاری با تغییر اقلیم، توجه بسیار اندکی به موضوعات درون‌زایی شده است (استثنای قابل ذکر عبارتند از Di Falco et al., ۲۰۱۲; Wheeler et al., ۲۰۱۳). ویلر^{۳۹} و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود در مورد راهبردهای سازگاری برنامه‌ریزی شده و واقعی در برابر کمبود آب آبی در استرالیا، دریافتند که باورها و اقدامات قبلی کشاورزان در مورد تغییر اقلیم، عوامل مهمی در شکل‌دهی رفتار سازگاری آنها هستند. با این حال، رفتار همچنین می‌تواند بر باور هم تأثیر بگذارد. بدون بررسی این تأثیرات علی، طراحی راهبردهای مناسب، کاری چالش‌برانگیز خواهد بود.

در این مطالعه، متغیر «تحصیلات» می‌تواند به دلیل تأثیرات برخی عوامل خارجی مغلغل یعنی سیاست آموزشی جاری دولت در بنگلادش (سیاست آموزش ابتدایی اجباری)^{۴۰} که والدین را ملزم به فرستادن فرزندان خود به مدرسه می‌کند، یک متغیر برون‌زای بالقوه باشد. این مطالعه با استفاده از آزمون دوربین-وو-هاوسمن^{۴۱}، مشکل درون‌زایی متغیر تحصیلات را در این مدل بررسی می‌کند. تعداد کل اعضای تحصیل کرده خانواده به عنوان نماینده مداخله سیاستی دولت در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج آزمون $F(1, 1,42); Prob > 0.12$ این فرضیه صفر را رد می‌کند که متغیر تحصیلات، برون‌زا است.

۳-۳. نتایج و بحث

این بخش، نتایج تجربی مدل سازگاری لاجیت چند جمله‌ای را ارائه می‌کند. اثرات نهایی در کنار سطح معناداری متغیرهای توضیحی هم ارائه و بحث شده است. در جدول ۳، مشاهده می‌شود که عوامل متعددی احتمال سازگاری کشاورزان با حوادث آب و هوایی شدید را افزایش می‌دهند. به طور کلی، کسب تحصیلات، میانگین درآمد خانوار، تجربه کشاورزی، وضعیت اجاره‌داری، دسترسی به برق، دسترسی نهادی و آگاهی اقلیمی، پیش‌بینی‌کننده‌های معنادار آماری هستند. ضریب مثبت بدین معنی است که نسبت شانس مثبت است و این با افزایش احتمال گزینه‌ها نسبت به طبقه مرجع همراه است.

۳-۳-۱. سطح تحصیلات

تحصیلات، یکی از عوامل تعیین‌کننده اصلی در اتخاذ راهبردهای سازگاری است. نتایج جدول ۳ نشان می‌دهند که ظاهراً تحصیلات اثر مثبت بر اتخاذ روش‌های آبیاری با آب‌های سطحی دارد. به عنوان مثال، یک واحد (سال) افزایش در تحصیلات، با ۰/۳ درصد افزایش در احتمال انتخاب در مقایسه با طبقه مرجع همراه است، در حالی که اثر آن بر گزینه‌های دیگر قابل چشم‌پوشی است. با این حال، تحصیلات همبستگی مثبت با تمام اقدامات دیگر دارد و این حاکی از آن است که با افزایش سطح تحصیلات افراد، آگاهی آنها از گزینه‌های مختلف بیشتر می‌شود و بدین سان، انتخاب اقدامات حفاظت از خاک و آب بیشتر می‌شود.

³⁹. Wheeler

⁴⁰. Compulsory Primary Education Policy

⁴¹. Durbin-Wu-Hausman test



۳-۳-۲. درآمد خانوار

افزایش در درآمد خانوار، احتمال اتخاذ آبیاری بیشتر با آب‌های سطحی را افزایش و احتمال تنوع محصول و تغییر کاربری زمین را، البته با شدت کمتر، کاهش می‌دهد. جدول ۳، اثرات نهایی درآمد خانوار بر انتخاب راهبردهای جایگزین را نشان می‌دهد. به عنوان مثال، یک واحد افزایش در درآمد خانوار، احتمال سازگاری از طریق آبیاری با آب‌های سطحی را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد.

۳-۳-۳. وضعیت اجاره‌داری

وضعیت اجاره‌داری در یک اقتصاد روستایی مبتنی بر کشاورزی، عاملی مهم در تصمیم‌گیری برای سازگاری است، زیرا زمین، ابزار و وسیله اصلی تولید و معیشت روستایی است. مالکیت زمین، به کشاورزان حس حق انحصاری در مورد دارایی‌شان را می‌دهد و بنابراین آنها مسئولیت بهبود روش‌های مدیریت آب و زمین در سیستم‌های آبی و دیم را بر عهده می‌گیرند. مطالعات قبلی دریافتند که اگر کشاورزان از حق اجاره‌داری مطمئن برخوردار باشند، احتمال انتخاب گزینه‌های سازگاری توسط آنها بیشتر است، به خصوص زمانی که مربوط به سرمایه‌گذاری بلندمدت باشد (Deressa et al., ۲۰۰۹; Hisali et al., ۲۰۱۱). جدول ۳ نشان می‌دهد که خانوارهای دارای حق اجاره‌داری، به احتمال بیشتری تنوع محصول را در مقایسه با گزینه مرجع انتخاب می‌کنند. با این حال، با احتمال کمتری راهبردهای آبیاری با آب‌های سطحی و تغییر کاربری زمین را انتخاب می‌نمایند.

۳-۳-۴. تجربه کشاورزی

مطالعات نشان می‌دهند که هر چه تجربه در کشاورزی بیشتر باشد، کشاورزان با احتمال بیشتری دانش مناسب در مورد شرایط آب و هوایی و اقلیمی دارند و لذا با این عوامل ریسک، سازگاری ایجاد می‌کنند. حصالی^{۴۲} و همکاران (۲۰۱۱) به اهمیت تجربه کشاورزی در تصمیم‌گیری برای سازگاری اشاره نمودند. تجربه کشاورزی اثرات مختلفی بر ابزارهای سازگاری دارد. به عنوان مثال، یک واحد افزایش در تجربه کشاورزی منجر به افزایش ۵ درصدی احتمال سازگاری از طریق تنوع محصول می‌گردد.

۳-۳-۵. برق

دسترسی به برق غالباً نشان از تمکن مالی خانوار دارد که بر تصمیمات سازگاری کشاورزان تأثیرگذار است (Bryan et al., ۲۰۱۳). در خلال بازدیدهای میدانی، مشاهده شد که اقتصاد و معیشت روستایی به دلیل برق‌رسانی انبوه به منطقه، به سرعت در حال تحول بود. نتایج در جدول ۳، همبستگی مثبت و قابل توجه بین دسترسی کشاورزان به برق برای آبیاری و احتمال سازگاری با افزایش استفاده از آب‌های سطحی برای آبیاری را نشان می‌دهد. اثرات نهایی نشان می‌دهند که در مقایسه با مورد مرجع، با افزایش دسترسی به برق، احتمال انتخاب تنوع محصول و تغییر کاربری به ترتیب به اندازه ۹ درصد و ۲ درصد افزایش می‌یابد. اثر مثبت برق بر سازگاری، با نتایج مطالعات دیگر در کشورهای در حال توسعه، تطابق دارد (Kurukulasuriya and Mendelsohn, ۲۰۰۸; Nhemachena and Hassan, ۲۰۰۷).



۳-۳-۶. دسترسی نهادی

خانوارهای با دسترسی بهتر با تسهیلات نهادی، عموماً از احتمال سازگاری بالاتری برخوردارند. به عنوان مثال، خانوارهای با دسترسی بالاتر به تسهیلات نهادی مختلف، با ۲۷ درصد احتمال بیشتر، تنوع محصول را به عنوان راهبرد سازگاری انتخاب می‌کنند. با این حال، دسترسی متوسط، احتمال انتخاب تنوع محصول را ۲۲ درصد افزایش و احتمال استفاده از آب‌های سطحی برای آبیاری را ۸ درصد کاهش یا به عبارتی میزان آب‌های زیرزمینی را افزایش می‌دهد. این یافته، در تطابق با تحقیقات مشابه دیگر است که رابطه مثبت قوی بین دسترسی نهادی و رفتار انتخابی کشاورزان وجود دارد.

حسن و نماچنا (۲۰۰۸) اشاره داشتند که دسترسی به اطلاعات بهبود یافته اقلیمی و کشاورزی، به تصمیمات مقایسه‌ای کشاورزان برای راهبردهای سازگاری کمک می‌کند. برخی از متغیرها در شاخص نهادی در این مطالعه مربوط به ارتقای سرمایه مالی، اجتماعی و انسانی هستند. به عنوان مثال، دسترسی به اعتبارات، منابع مالی خانوارهای کشاورز و توانایی خرید نهاده‌هایی همچون گونه‌های مقاوم به خشکسالی را افزایش می‌دهد. به طور مشابه، دسترسی به بازارها (فروش یا خرید) به عنوان جایگاهی برای تبادل اطلاعات عمل می‌کند (Gebrehiwot and van der Veen, ۲۰۱۳). خدمات ترویجی کشاورزی - کشاورز به کشاورز یا ارائه شده توسط دولت و یا سازمان‌های غیردولتی - منابع حیاتی اطلاعات در مورد روش‌های کشاورزی و راهبردهای سازگاری با تغییر اقلیم هستند. این باور وجود دارد که دسترسی به اطلاعات در مورد تغییر اقلیم، آگاهی ایجاد نموده و احتمال سازگاری را افزایش می‌دهد (Maddison, ۲۰۰۷).

۳-۳-۷. آگاهی اقلیمی

سطح ریسک درک شده همراه با ظرفیت سازگاری اقلیمی، احتمال اتخاذ ابزارهای سازگاری را تعیین می‌کند (Hisali et al., ۲۰۱۱). به نظر می‌رسد که درک اقلیمی، انتخاب راهبردهای مختلف برای تطابق با موضوعات تنش آبی را تعیین می‌نماید. در این مطالعه، از خانوارهای کشاورز درباره برداشت آنها از چگونگی تأثیرگذاری میانگین بارش و دما و تغییرپذیری آنها بر کشت برنج طی ۲۰ سال گذشته پرسیده شد. آگاهی کشاورزان درباره اثرات تغییر اقلیم تحت عناوین بسیار متأثر، متأثر، با تأثیر میانه و با تأثیر اندک یا بدون تأثیر طبقه‌بندی شده است. در مقایسه با خانوارهای بسیار متأثر، کسانی که فکر می‌کنند تحت تأثیر هستند با ۱۴ درصد احتمال بیشتر، تنوع محصول را انتخاب می‌کنند، با ۷ درصد احتمال بیشتر تغییر کاربری زمین را انتخاب می‌کنند و با ۶ درصد احتمال کمتر، افزایش استفاده از آب‌های سطحی برای آبیاری را انتخاب می‌نمایند. در مقایسه با خانوارهای بسیار متأثر، کسانی که فکر می‌کنند تحت تأثیر میانه هستند با ۴۶ درصد احتمال بیشتر، تنوع محصول را انتخاب می‌کنند، با ۴ درصد احتمال بیشتر تغییر کاربری زمین را انتخاب می‌کنند و با ۴ درصد احتمال کمتر، افزایش استفاده از آب‌های سطحی برای آبیاری را انتخاب می‌نمایند. در مقایسه با خانوارهای بسیار متأثر، کسانی که فکر می‌کنند تحت تأثیر اندک هستند با احتمال کمتری یکی از راهبردهای سازگاری را انتخاب می‌کنند.

به طور خلاصه، برآورد مدل در این بخش نشان می‌دهد که احتمال سازگاری با شرایط آب و هوایی شدید از طریق افزایش استفاده از آب‌های سطحی برای آبیاری، تنوع محصول، و تغییر کاربری زمین، با افزایش تحصیلات و درآمد خانوار، دسترسی به برق، وضعیت اجاره‌داری، دسترسی نهادی بالا و آگاهی بهتر از شرایط اقلیمی، افزایش می‌یابد. سایر متغیرهای توضیحی (به عنوان مثال، سن و جنسیت کشاورزان و وسعت مزرعه) تأثیر معنادار آماری بر انتخاب‌های سازگاری ندارند، گرچه برخی دارای اثر مثبت و برخی دارای اثر منفی بودند. به طور کلی، این نتایج مشابه با یافته‌های دیگر در ادبیات سازگاری است.



(Gebrehiwot and van der Veen, ۲۰۱۳; Hisali et al., ۲۰۱۱; Deressa et al., ۲۰۰۹; Nhemachena and Hassan, ۲۰۰۷) گرچه تفاوت‌هایی از نظر کمیت دارند که انتظار آن نیز می‌رفت.

کشاورزان به طور ذاتی در برابر تغییر اقلیم انعطاف‌پذیر هستند. با این حال، روش‌های جاری سازگاری مبتنی بر وابستگی به آب‌های زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه، پایداری بلندمدت سیستم‌های طبیعی را در نظر نمی‌گیرند. افزایش وابستگی به آبیاری به عنوان متداول‌ترین انتخاب سازگاری توسط کشاورزان در این مطالعه، در سایر مناطق هم رایج است (Gebrehiwot and van der Veen, ۲۰۱۳; Seo, ۲۰۱۱). این مطالعه، موضوع کشاورزی پایدار تحت شرایط متغیر آب و هوایی و اقلیمی و تنش‌های منابع آبی زیرزمینی به دلیل استفاده بیش از حد و عدم ملاحظه نیازهای اکولوژیک آب را مطرح می‌کند.

برای کشاورزان فقیری که معیشت آنها به کاشت محصولات کشاورزی وابسته است، هزینه‌های اجتماعی اقتصادی گسترش خشکسالی‌ها بسیار زیاد است. سازگاری با خشکسالی، برای حداقل نمودن این زیان‌ها ضروری است. سیاست‌های دولت در ارتباط با راهبردهای سازگاری در بنگلادش، غالباً متمرکز و بدون لحاظ شرایط محلی هستند. دولت‌های متوالی، بهره‌وری کشاورزی را ارتقا داده‌اند (Planning Commission, ۲۰۰۸). برای رسیدن به این، تمرکز یکجانبه روی توسعه و استخراج آب‌های زیرزمینی بود. سیاست ملی آب^{۴۳} در سال ۱۹۹۹ و برنامه ملی مدیریت آب^{۴۴} در سال ۲۰۰۴ بر استفاده از آب‌های زیرزمینی در فصول خشک آبیاری تمرکز نمودند. به طور چشمگیری هیچ راهبرد خاصی برای توازن استفاده از آب‌های سطحی و زیرزمینی برای آبیاری و نیازهای محیطی آب اتخاذ نشده است. اهداف توسعه پایدار منابع آب تنها به صورت تئوریک در سیاست وجود دارد و در مورد آن اقدام نشده است. به عنوان مثال، فعالیت‌های مرجع توسعه چندجانبه باریند^{۴۵}، یک آژانس دولتی برای توسعه آبیاری در منطقه مورد مطالعه، صرفاً محدود به توسعه و استخراج آب‌های زیرزمینی برای آبیاری می‌گردد. کارکرد اصلی این نهاد، متمرکز بر جبران هزینه‌های آبیاری از فروش کوپن‌های آب، و نه آبیاری پایدار یا توسعه آب‌های سطحی است. حفظ توازن بین برداشت و تغذیه آب باید در مرکز برنامه‌ریزی منابع پایدار آب‌های زیرزمینی باشد. آگاهی کافی درباره روش‌های پایدار مدیریت منابع آب، در میان کشاورزان از طریق خدمات ترویجی مناسب، پیگیری نشده است.

۴. نتیجه‌گیری و پیامدهای سیاستی

اهداف این مطالعه، درک برداشت‌های برنج‌کاران در مورد تغییر اقلیم و شناسایی عوامل تعیین‌کننده تصمیمات واقعی سازگاری در سطح خانوار کشاورز در مناطق در معرض خشکسالی و کم آب در بنگلادش از طریق تحلیل اقتصادسنجی بود. نتایج این تحقیق مشخص نمود که کشاورزان، تصمیمات سازگاری خود را در بافت اجتماعی اقتصادی و ویژگی‌های مزرعه، زمینه نهادی که در آن کشاورزی می‌کنند، دسترسی زیرساختی و ادراک خود از حوادث شدید اقلیمی اتخاذ می‌کنند. تحلیل لاجیت چند جمله‌ای سازگاری نشان می‌دهد که دسترسی نهادی و زیرساختی، تحصیلات و وضعیت اجاره‌داری و آگاهی از تغییرپذیری اقلیمی، کلیدهای ارتقای ظرفیت سازگاری کشاورزان هستند. این مستلزم مداخله هماهنگ دولت، بخش خصوصی و سازمان‌های غیردولتی برای بهبود دسترسی کشاورزان به این عوامل و ارتقای وضعیت آنها به منظور سازگاری با تغییر اقلیم و رژیم‌های تنش آبی است.

⁴³. The National Water Policy

⁴⁴. National Water Management Plan

⁴⁵. Barind Multi-purpose Development Authority



یکی دیگر از اهداف این تحقیق، بررسی عواملی بود که سازگاری را در زمینه توانایی آنها برای دستیابی به پایداری در مدیریت منابع آب، توضیح می‌دادند. این مطالعه نشان می‌دهد که روش‌های جاری مبتنی بر وابستگی فزاینده به آب‌های زیرزمینی به عنوان یک منبع بالقوه برای آبیاری به منظور سازگاری با کمبود آب و خشکسالی، نمی‌تواند راه حلی پایدار باشد.

یافته‌های این تحقیق، پیامدهای سیاستی متعدد در سطوح منطقه‌ای و کلان برای راهبردهای سازگاری پایدار برای جوامع کشاورز، هم در بنگلادش و هم در سایر نقاطی که با چنین موضوعاتی مواجه هستند، در بر دارد. بنگلادش پیشرفت‌های زیادی در تولید مواد غذایی به خصوص برنج داشته است. با این حال، تضمین امنیت غذایی کماکان یک چالش هراس‌انگیز است. این نکته برای اقتصاد کشاورزی مهم است که روندهای تولید فعلی را بتواند تحت شرایط نامساعد اجتماعی اقتصادی که کشاورزان در زمینه کاهش سفره آب‌های زیرزمینی، کاهش بارش‌ها و دسترسی سرانه به زمین، و فرسایش خاک و زمین با آن مواجه هستند، حفظ نماید. سازگاری با این حوادث شدید باید به عنوان واکنش مکمل در قبال آسیب‌پذیری اقلیمی در نظر گرفته شود. این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از آب‌های زیرزمینی، متداول‌ترین انتخاب کشاورزان برای تطابق با کمبود آب است. مشخص شده که کشاورزان گزینه‌های پایدار کمی را به کار می‌گیرند. به عنوان مثال، در خلال بازدید میدانی مشاهده شد که یک سازمان غیردولتی محلی، کشاورزان را ترغیب به استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی همراه با مالچ‌پاشی^{۴۶} به منظور بهبود رطوبت خاک و بالتبع کاهش تلفات محصول در سال‌های خشک می‌نماید. این اقدامات باید از طریق تحقیق و توسعه و خدمات ترویجی مناسب تقویت شوند. سازمان‌های دولتی و غیردولتی باید برای طراحی یک برنامه اقدام جامع به منظور اجرای چنین اقداماتی با هم همکاری نمایند. شرایط کمبود آب و خشکسالی، حداقل در بخش‌هایی از بنگلادش، یک واقعیت است. وابستگی فزاینده به آب‌های زیرزمینی برای آبیاری، یک راه حل پایدار بلندمدت نیست. بنابراین، موضوع مدیریت منابع آب باید مجدداً از دیدگاه سیاست‌گذاری مورد تأمل قرار گیرد. تحقیق و گسترش گونه‌های برنج پرمحصول و مقاوم به خشکسالی و بیماری، حفاظت از آب و خاک، و گونه‌های با مصرف آبی کم، ضروری است. کشاورزان آمادگی خود را برای اتخاذ چنین روش‌های سازگاری نشان داده‌اند. سیاست‌ها و راهبردهای سازگاری دولت در سطح محلی باید بر بهبود بهره‌وری آب و مدیریت زمین و همچنین افزایش کارایی کاربری آب تمرکز نمایند. سیاست‌ها باید بر استفاده چندگانه از منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی برای آبیاری به منظور حفظ بهره‌وری کشاورزی و تعیین سطوح پایدار برداشت آب‌های زیرزمینی از نظر زیست محیطی متمرکز شوند. راهبردهای سازگاری با خشکسالی باید بر ایجاد تاب‌آوری اکولوژیک به صورت یکپارچه، همراه با کاهش وابستگی به آب‌های زیرزمینی و افزایش برداشت آب و ارتقای کارایی آبیاری با آب‌های سطحی و اتخاذ روش‌های کشاورزی حفاظتی، تمرکز داشته باشند.

مدیریت پایدار آب آبیاری می‌تواند پاسخی برای مدیریت بلند مدت خشکسالی در منطقه مورد مطالعه باشد. گسترش بیشتر زیرساخت‌های آب‌های زیرزمینی، از نظر زیست محیطی و اجتماعی، پایدار نیست. در عوض، آبیاری با آب‌های سطحی باید گسترش یابد. یک سد بزرگ در شمال غرب بنگلادش، مناسب نیست. افزایش در ظرفیت ذخیره‌سازی آب‌های سطحی از طریق سیستم‌های خرد برداشت آب، می‌تواند فرسایش خاک را کاهش دهد. یک راه حل مناسب بلندمدت دیگر برای کمبود آب در منطقه، می‌تواند توسعه ذخایر آب‌های سطحی از طریق انحراف جریان‌های آبی از رودهای گنگ و ماهاناندا باشد تا زمانی که سلامت جریان‌های محیطی آنها به خطر نیفتد.