پیشران‌های توسعه آموزش تغییرات اقلیمی موثر در بهینه‌سازی مدیریت نظام آموزش عالی کشاورزی ایران

بهمن خسروی‌پور[1]، مسلم سواری[2]، سیدجعفر نجات[3]

۱- استادگروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز. ایران.

۲- دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز. ایران.

۳- دانشجوی دکترای، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز. ایران.

چکیده

تغییرات اقلیمی به عنوان یک چالش جدی، پایداری کشاورزی و امنیت غذایی ایران را با مخاطره مواجه ساخته است. در این میان، نظام آموزش عالی کشاورزی نقش محوری در تربیت نیروی انسانی کارآمد برای سازگاری با این تغییرات دارد؛ با این حال، شناخت پیشران‌های توسعه آموزش تغییرات اقلیمی و اولویت‌بندی آنها در این نظام آموزشی، یک ضرورت مغفول مانده است. این پژوهش با هدف پر کردن این شکاف، به شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های توسعه آموزش تغییرات اقلیمی در نظام آموزش عالی کشاورزی ایران پرداخته است. دیدمان تحقیق آمیخته و به لحاظ هدف کاربردی با رویکرد اکتشافی بود. در مرحله کیفی داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۱ تن از اعضای هیئت علمی با زمینه تحقیقاتی مرتبط با آموزش تغییرات اقلیمی از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ساری و گرگان، گردآوری و با استفاده از تحلیل مضمون پردازش شد که منجر به استخراج ۴۰ مضمون پایه، ۲۳ مضمون سازمان‌دهنده و ۸ مضمون فراگیر گردید. در مرحله کمی، با به‌کارگیری روش تحلیل ساختاری میک‌مک و نظرسنجی از ۱۵ خبره مطابق با استانداردهای روش‌شناسی میک‌مک که تعداد نمونه در بازه ۲۵-۱۵ را برای تشکیل ماتریس اثرات متقابل کافی می‌داند، پیشران‌های هشت‌گانه مرحله قبل براساس خروجی ماتریس اثرات متقابل، مورد تحلیل قرار گرفتند. بر مبنای میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر پیشران، این عوامل در چهار دسته راهبردی، مؤثر، مستقل و وابسته اولویت‌بندی و طبقه‌بندی شدند. یافته‌های حاصل از تحلیل ساختاری، حاکی از پایداری سامانه آموزش تغییرات اقلیمی و شناسایی «آموزش و تربیت نیروی انسانی» به عنوان کلیدی‌ترین پیشران راهبردی بود. پیشران‌های مؤثر شامل «حکمرانی و ساختار نهادی»، «ارزیابی مستمر و تضمین کیفیت آموزش»، «عدالت آموزشی»، «محتوای آموزشی و برنامه‌درسی» و «آینده‌نگری و توسعه پایدار» شناسایی شدند. همچنین براساس میزان تاثیرگذاری و تاثیر پذیری متقابل پیشران‌ها و به منظور تعیین جایگاه و اولویت آنها، پیشران «تعامل و ارتباطات» در دسته متغیرهای مستقل و «پژوهش و نوآوری» به عنوان متغیر وابسته طبقه‌بندی شدند. این نتایج بر لزوم اتخاذ یک نگرش سیستماتیک و همه‌جانبه که همزمان بر توانمندسازی نیروی انسانی، بهبود ساختارهای حکمرانی و کیفی و تقویت پیوند بین آموزش، پژوهش و جامعه متمرکز است، تأکید می‌کند تا آموزش تغییرات اقلیمی بتواند نقش خود را در ایجاد تاب‌آوری و پایداری کشاورزی ایفا نماید.

نمایه واژگان: تغییرات اقلیمی، آموزش تغییرات اقلیمی، تحلیل مضمون، تحلیل ساختاری، آموزش عالی کشاورزی.

نویسنده مسئول: بهمن خسروی‌پور

رایانامه: khosravipour@asnrukh.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۰۳ **تاریخ پذیرش**: ۱۴۰۴/۰۷/۲۰

مقدمه

افزایش جمعیت کره زمین که باعث تغییر کاربری زمین، تخریب جنگل‌ها، افزایش فعالیت‌های کشاورزی و دامداری و تولید ضایعات جامد و مایع شده، پیامدهای مختلفی به همراه داشته که پدیده تغییرات اقلیمی یکی از آن هاست(علی بیگی و شمشیری، ۱۳۹۹). امروزه تغییر اقلیم یکی از مهم‌ترین چالش‌های قرن جاری است، وقوع سیل‌ها با شدت بالا، سرماهای بی‌موقع، تکرار خشکسالی‌ها، بالا آمدن سطح آب دریاها، طغیان آفات و بیماری‌های گیاهی، کاهش ضخامت لایه ازن، گرم‌شدن جهانی هوا و ذوب‌شدن یخ‌های دائمی از جمله مواردی است که بحث تغییر اقلیم را در دهه جاری در جهان بیشتر مطرح کرده و با پیشرفت و توسعه در جهان حفاظت از آن روزبه‌روز اهمیت بیشتری می‌یابد (بیرجندی و همکاران، ۱۳۹۴). تغییرات اقلیمی می‌تواند با اثر مستقیم و غیرمستقیم نظیر افزایش دما، تغییر در شدت و فراوانی بارندگی و همچنین رویدادهای شدید آب و هوایی بر محیط تأثیر بگذارد (نجات و خسروی‌پور، ۱۴۰۲)؛ همچنین پیامدهای زیان‌بار مختلفی نظیر گسست و نابرابری اجتماعی در پاسخ به تغییرات اقلیمی در سطح ملی و بین‌المللی در بین طبقات مختلف جامعه و عمدتا به ضرر اقشار کم‌برخوردار (سنگوپتا، ۲۰۲۳)، تهدید صلح و امنیت جهانی در رقابت بر سر منابع محدودشده (نویدالرحمن و رعنا، ۲۰۲۲)، آسیب‌های جسمی و روانی برای انسان (سیانکانی و همکاران، ۲۰۲۰)، کاهش سطح امنیت غذایی و افزایش فقر در بخش اقتصاد جهانی (نگرو و مونگرا، ۲۰۲۳)، در بر داشته است.

پیش بینی‌ها نشان می‌دهد که با بروز تغییرات اقلیمی به شکل افزایش دما، کاهش میزان بارندگی و نیز تغییر الگوهای بارش (گزیه، ۲۰۱۹)، تهدیدهای ناشی از کاهش سطح امنیت غذایی به عنوان عامل مهم در مقایسه با سایر عوامل از شدت و گستردگی بیشتری برخوردار است (واکاتسوکی و همکاران، ۲۰۲۳). به‌طوری که تقریبا ۶۰ درصد از نوسان‌های عملکردی محصولات کشاورزی به این عامل نسبت داده می‌شود (آریال و همکاران، ۲۰۲۰) و از این طریق امنیت غذایی در اقتصادهای کم درآمد و مبتنی بر کشاورزی مورد تهدید قرار گرفته است (گزیه، ۲۰۱۹).

از طرفی، رشد جمعیت جهانی و گرایش رژیم‌های غذایی به سمت تقاضای بالاتر برای مصرف گوشت و محصولات لبنی در اقتصادهای در حال توسعه سبب تشدید تأثیرپذیری حوزه‌ی کشاورزی از این تغییرات شده است (آسودو و همکاران، ۲۰۲۰).

مطالعات انجام شده در ایران نیز نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی با روند افزایش میانگین سالانه دما تا سال ۲۱۰۰ در کشور به میزان ۰،۵ تا ۴ درجه سانتی گراد و نیز تغییر الگوی بارش‌ها به‌صورت کاهش بارندگی همراه خواهد بود (موسوی و همکاران، ۱۳۹۴) و این شرایط تمام استان‌های کشور (عساکره و فرج زاده، ۱۴۰۲) و جوامع محلی (محمدی و همکاران، ۱۳۹۹) را تحت تاثیر قرار خواهد داد. بنابراین تغییرات اقلیمی در چند دهه آینده اثرات عمیق و مخربی را بر کشور ایران خواهد داشت که هم اکنون نیز علائم آن مشخص می‌باشد (کرمی و همکاران، ۱۳۹۵). از طرفی، ایران با تولید تقریبی ۶۸۷ میلیون تن دی اکسید کربن، اولین کشور مسئول تغییرات اقلیمی در خاورمیانه و ششمین کشور در جهان گزارش شده است به‌طوری که اگر اقدامات پیشگیرانه مورد توجه قرار گرفته نشوند، خطرات و آسیب‌های ناشی از تغییرات اقلیمی در ده سال آینده به شدت شرایط محیطی را تحت تأثیر قرار خواهد داد (تورانی و همکاران، ۲۰۲۲).

بر همین اساس و با پیش بینی رشد جمعیت جهان به میزان ۹،۷ میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰، بر افزایش ۷۰ درصدی تولید مواد غذایی در بخش کشاورزی جهت تضمین امنیت غذایی تأکید شده است (چوهان و همکاران، ۲۰۲۱). از این‌رو و با توجه به نقش حیاتی کشاورزی در زمینه‌هایی نظیر امنیت غذایی، اشتغال زایی و کاهش فقر (مودی، ۲۰۱۹)، درک وابستگی آن به نهاده آب بویژه در سیستم‌های دیم (آنتوی‌آگی و استرینگر، ۲۰۲۱) و همچنین آسیب‌پذیری آن نسبت به تغییرات اقلیمی (گزیه، ۲۰۱۹؛ اسکندژیچ و همکاران، ۲۰۲۱)، سازگاری در مقابله با این تغییرات به عنوان هدف اصلی در کشاورزی، قلمداد شده است (امجات بابو و همکاران، ۲۰۱۹). علاوه بر این، تاکید اهداف توسعه پایدار و مشخصاً هدف سیزدهم به اقدامات اقلیمی به عنوان یک اولویت فوری در شرایط کنونی جهان، این

ضرورت را بیش از پیش نمایانگر می‌سازد (هریتجان، ۲۰۲۳). به طوری که در همین راستا گزارش شده است که تغییرات اقلیمی می‌تواند ۱۶ هدف توسعه پایدار را تضعیف کند در مقابل اقدامات اقلیمی اصولی می‌تواند هر ۱۷ هدف را بهبود بخشد (فوسونرینی و همکاران، ۲۰۱۹).

برای مدیریت پدیده تغییر اقلیم در مجموع دو رویکرد سازگاری با تغییر اقلیم و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سطح جهان مطرح شده است که سازگاری با تغییرات اقلیمی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (سلیمانی، ۱۴۰۲). سازگاری در قالب راهبردهایی برای کاهش اثرات منفی تغییر اقلیم یا کاهش خطرات پیش‌بینی شده و یا مواجهه با آسیب‌پذیری‌های مرتبط با آن تعریف شده است (فیلد و همکاران، ۲۰۱۴). این سازگاری مستلزم تغییر در رفتار، دانش، مهارت‌ها و ظرفیت‌های افراد برای کمک به ایجاد تاب‌آوری در آن‌هاست، معمولاً چنین بازنگری‌های رفتاری به‌وسیله‌ی یادگیری‌های ارائه شده توسط مؤسسات رسمی و غیررسمی تسهیل می‌شود (علی، ۲۰۱۸).

نقش آموزش عالی و مشخصاً دانشگاه به عنوان یکی از مؤثرترین اجزای سیستم آموزشی، در آموزش تغییرات اقلیمی برای رفع چالش‌های علمی، اجتماعی، زیست محیطی و سیاسی که جهان با آن مواجه است از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است، زیرا آنها به دلیل دسترسی به تعداد زیادی ذهن جوان، مشتاق و خلاق و میل به پیشرفت (استبان ایبانز، ۲۰۲۰)، ظرفیت بالایی در پرورش رهبران آینده آگاه و نیز شهروندان متعهد به مقابله با اثرات تغییرات اقلیمی در زندگی شخصی و حرفه ای خود، دارند (مولتان هیل، ۲۰۱۹). در همین راستا آموزش عالی کشاورزی نیز به عنوان یکی از زیر مجموعه‌های آموزش عالی (کریمی اعتماد و همکاران، ۱۴۰۱)، بدلیل برخورداری از پتانسیل انتقال دانش تغییرات اقلیمی به فراگیران (گزاز و آلدسیت، ۲۰۲۱)، ارائه برنامه‌های درسی مناسب (شاتمن و همکاران، ۲۰۱۹) و متنوع نظیر مدیریت منابع کشاورزی، هواشناسی، سنجش و کنترل از راه دور، بازیافت باقیمانده‌های کشاورزی و نیز ترکیب با سایر رشته‌های علوم پایه و علوم اجتماعی (ونکاترام، ۲۰۲۱) برای طیف وسیعی از فراگیران (شاتمن و همکاران، ۲۰۱۹) و همچنین حمایت از همکاری بین دانشگاه‌ها، مدارس، و سازمان‌های آموزش غیر رسمی (رایمرز، ۲۰۲۱)؛ توان بالقوه بالایی در پاسخ به چالش‌های پیچیده‌ای نظیر تغییرات اقلیمی دارد (ونکاترام، ۲۰۲۱).

از طرفی سیستم‌های آموزش و ترویج کشاورزی به عنوان پل ارتباطی میان دانش تولید شده در دانشگاه‌ها و کاربرد عملی آن در مزارع و جوامع روستایی، نقش حیاتی در مقابله با تغییرات اقلیمی ایفا می‌کنند (گانپات و رامدوار، ۲۰۲۱). مطالعات نشان می‌دهد که سیستم‌های ترویج کشاورزی در سراسر جهان با چالش‌های عمده‌ای در زمینه انطباق با تغییرات اقلیمی مواجه هستند، به‌طوری که در ایران، روش‌های آموزشی-ترویجی کشاورزی پایدار در وضعیت مطلوبی قرار ندارند و سیستم ترویج به این روش‌ها در حد مطلوب نمی‌پردازد (اللهیاری و همکاران، ۲۰۰۹). این در حالی است که تحقیقات بین‌المللی بر اهمیت بازنگری در استراتژی‌های آموزش ترویج، تقویت همکاری‌های چندجانبه، و توسعه رویکردهای نوآورانه در برنامه‌های درسی برای ایجاد تاب‌آوری جامعه در برابر تغییرات اقلیمی تأکید می‌کنند (رونی و هریادی، ۲۰۲۴؛ دولی و گریدی رابرتز، ۲۰۲۰).

علاوه بر نارسایی در سیستم‌های آموزش و ترویج کشاورزی به عنوان مقصد به کارگیری دانش تولیده شده، بسیاری از مطالعات حاکی از آن است که آموزش تغییرات اقلیمی در نظام آموزش عالی کشاورزی به عنوان مبدا تولید دانش در این زمینه، با سطح مطلوب و استانداردهای آموزش بین المللی فاصله دارد (کوستر و فاکس، ۲۰۱۷؛ تواری و همکاران، ۲۰۲۳) و علیرغم درک نیاز مطالعاتی در این زمینه، همچنان نیاز به بررسی‌های بیشتر در راستای بهبود کیفیت آموزش تغییرات اقلیمی درآموزش عالی کشاورزی در ایران (دهقانپور و همکاران، ۱۳۹۸) و جهان (وان استادن، ۲۰۲۰؛ وانگ و همکاران، ۲۰۲۰؛ گزاز و آلدسیت، ۲۰۲۱)، در پژوهش‌های متعددی گزارش شده است.

از این رو پرداختن به مدیریت آموزش کشاورزی و مشخصاً نظام آموزش عالی کشاورزی به عنوان زیرمجموعه آن با

کارکردهایی موثر در ساختارهای آموزشی، برنامه‌های درسی و سیاست‌گذاری آموزشی، به عنوان یک ضرورت انکار ناپذیر شناسایی شده است. در بعد ساختارهای آموزشی، نظیر سازمان‌دهی واحدهای درسی یا روش‌های آموزشی، نقش بنیادین در تربیت نیروی انسانی آگاه و آماده برای مواجهه با چالش‌های اقلیمی ایفا می‌کند. به عنوان مثال، دانشگاه‌های اروپای مرکزی با طراحی ساختارهای آموزشی منعطف و به‌روز، توانسته‌اند دانشجویان رشته‌های کشاورزی را به سطح بالایی از دانش و نگرش تطبیقی نسبت به تغییرات اقلیمی برسانند (زمبلی و همکاران، ۲۰۲۴).

از طرفی به‌روزرسانی و تلفیق برنامه‌های درسی با مباحث مرتبط با تغییرات اقلیمی (مثل کشاورزی هوشمند، پایداری زیست‌محیطی و مدیریت مخاطرات) باعث افزایش آمادگی دانش‌آموختگان برای اتخاذ تصمیمات صحیح در شرایط متغیر اقلیمی می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد افزودن مهارت‌ها و دانش فنی مرتبط با تغییرات آب‌وهوایی در دروس تخصصی کشاورزی، قدرت تحلیل و توان تطبیق دانشجویان را ارتقاء می‌دهد(رایمرز، ۲۰۲۱).

همچنین مدیریت آموزش کشاورزی در حوزه دولت‌ها و نهادهای سیاست‌گذار می‌تواند با تدوین قوانین و استانداردهای آموزشی، زمینه را برای توسعه چارچوب‌های آموزشی و برنامه‌ریزی کارآمد در حوزه مقابله با تغییرات اقلیمی فراهم سازد. سیاست‌های حمایتی مانند تامین اعتبار، حرکت به سوی آموزش‌های چندرشته‌ای و هماهنگی بین دانشگاه‌ها و مراکز اجرایی کشاورزی، بستری برای تربیت نیروی کارآمد در راستای سازگاری و کاهش پیامدهای تغییر اقلیم ایجاد می‌کند(آدیاتما و سیامسا، ۲۰۲۳).

گزارش‌ها حاکی از آن است که کیفیت آموزش در حوزه‌های مختلف تحت تأثیر محرک‌های مختلفی است که باید اولویت‌بندی شوند. بر همین اساس گام نخست و اساسی در کیفیت‌بخشی به آموزش تغییرات اقلیمی در نظام آموزش عالی کشاورزی، پرداختن به اولویت‌بندی پیشران‌های توسعه آموزش تغییرات اقلیمی است (آرورا و همکاران، ۲۰۲۱).

تعیین و اولویت‌بندی پیشران‌ها در زمینه‌های مختلف می‌تواند به طور قابل توجهی بر تخصیص اصولی منابع و توسعه مطلوب سیاست‌ها تأثیر بگذارد. از این رو شناخت و تعیین پیشران‌ها در آموزش تغییرات اقلیمی به عنوان عوامل کلیدی در بهبود ساختار و محتوای آموزشی، امکان تمرکز منابع و سیاست‌گذاری‌های هدفمند را فراهم می‌کند تا آموزش‌ها بتوانند در جهت تقویت توانمندی‌ها و مهارت‌های لازم برای مواجهه با چالش‌های اقلیمی کارآمدتر عمل نمایند (سومسوک، ۲۰۱۴؛ میتال و سانگوان، ۲۰۱۴؛ سومسوک و لائوسیری‌هونگ‌تونگ، ۲۰۱۷؛ نگوین، ۲۰۲۳). در این راستا، توجه به این اولویت‌بندی به بهینه‌سازی فرایند آموزش و ارتقاء کیفیت آموزش تغییرات اقلیمی در نظام آموزش عالی کشاورزی ایران کمک شایانی خواهد کرد. همچنین، اولویت‌بندی پیشران‌ها کمک می‌کند تا مداخلات آموزشی مطابق با نیازهای خاص کشاورزی و محیط زیست کشور ایران که با چالش‌هایی چون افزایش دما، تغییر الگوی بارش و کاهش منابع آب روبه‌رو است، بهینه‌سازی شود و شیوه‌های آموزشی کارآمد برای تربیت نیروهای متخصص با تمرکز بر مسائل محلی و ملی توسعه یابد (موسوی و همکاران،۱۳۹۴).

از این رو، بررسی و تعیین اولویت پیشران‌های توسعه آموزش تغییرات اقلیمی، به عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از پژوهش حاضر، به تدوین راهبردهای علمی و کاربردی جهت بهبود نظام آموزش عالی کشاورزی ایران کمک می‌کند تا بتواند نقش مؤثری در کاهش آسیب‌های اقلیمی و افزایش پایداری کشاورزی و امنیت غذایی ایفا نماید. این رویکرد تدوین آموزش‌های اقلیمی را در چارچوبی هدفمند و سیاست‌محور ممکن می‌سازد و به تحقق اهداف توسعه پایدار در کشور کمک شایانی خواهد کرد.

از طرفی با توجه به پیچیدگی و چندبعدی بودن چالش تغییرات اقلیمی و لزوم پاسخگویی جامع نظام‌های آموزشی به آن، بهره‌گیری از نظریه سیستم‌های پیچیده و تعاملات چندگانه به عنوان چارچوب نظری این پژوهش ضروری به نظر می‌رسد.

تطبیق مشخصات این نظریه با موضوع مورد بررسی پژوهش حاضر، بر ماهیت سامانه‌ای و پویای آموزش تغییرات اقلیمی تأکید دارد و ساختار شبکه‌ای از مؤلفه‌ها، پیشران‌ها و روابط متقابل آنها را مورد بررسی قرار می‌دهد (سایمون، ۱۹۶۹). براساس این نظریه، نظام آموزش تغییرات اقلیمی در آموزش عالی کشاورزی یک سامانه پیچیده است که شامل متغیرها و پیشران‌هایی است که به طور همزمان و متقابل بر یکدیگر اثرگذارند و در نتیجه، ویژگی‌های پایداری، سازگاری و توانمندسازی را شکل می‌دهند. بنابراین، فرایندهای توسعه و بهبود این نظام نیازمند نگاه کل‌نگر و تحلیل دقیق روابط تعاملی میان مولفه‌ها و پیشران‌های اثرگذار است این چارچوب نظری این امکان را فراهم می‌سازد تا ضمن شناسایی پیشران‌های کلیدی، جایگاه و نقش آنها را در محیط سامانه‌ای آموزش تغییرات اقلیمی که پویایی و تعاملات پیچیده دارد، تحلیل نماید. همچنین، براساس این نظریه، این مفهوم برداشت می‌شود که بهبود عملکرد و پایداری آموزش تغییرات اقلیمی نیازمند مدیریت هماهنگ و همزمان این پیشران‌ها و مولفه‌ها و توجه به ارتباطات و بازخوردهای میان آنهاست (مولتان هیل و همکاران، ۲۰۱۹؛ رایمرز، ۲۰۲۱). براساس مرور ادبیات و بررسی منابع، مدل نظری تحقیق مورد بررسی، در نگاره ۱ نشان داده شده است.

در راستای تبیین ارتباط بین ارتقای آموزش تغییرات اقلیمی و بهینه‌سازی مدیریت نظام آموزش عالی کشاورزی، این پژوهش با تکیه بر مبانی نظری موجود استدلال می‌نماید که ارتقای آموزش تغییرات اقلیمی از طریق بازتعریف مأموریت دانشگاه‌های کشاورزی (مولتان هیل، ۲۰۱۹؛ رایمرز، ۲۰۲۱)، بازنگری در برنامه‌های درسی و توسعه رشته‌های میان‌رشته‌ای (شاتمن و همکاران، ۲۰۱۹؛ ونکاترام، ۲۰۲۱)، تقویت ساختارهای حکمرانی و سیاست‌گذاری آموزشی (آرورا و همکاران، ۲۰۲۱؛ سلین و همکاران، ۲۰۱۷)، تعمیق پیوند آموزش با پژوهش و جامعه محلی (گانپات و رامدوار، ۲۰۲۱؛ رابینسون، ۲۰۰۹) و توجه به عدالت آموزشی و پایداری (سینگ، ۲۰۲۱؛ کانتل و همکاران، ۲۰۱۹)، به صورت مستقیم در بهینه‌سازی مدیریت نظام آموزش عالی کشاورزی ایفای نقش می‌نماید. از این رو، دیدمان آمیخته این پژوهش، با استفاده از تحلیل مضمون برای کشف پیشران‌های کلیدی در مرحله کیفی و بهره‌گیری از تحلیل ساختاری (میک‌مک) برای اولویت‌بندی و تحلیل روابط متقابل، در چارچوب نظری سامانه‌های پیچیده، زمینه‌ساز یک رویکرد همه‌جانبه، هدفمند و مبتنی بر شواهد برای ارتقای نظام آموزش تغییرات اقلیمی در راستای بهینه‌سازی مدیریت نظام آموزش عالی کشاورزی ایران تلقی می‌شود.

نگاره ۱- مدل نظری تحقیق برگرفته شده از پیشینه ادبیات و مراحل اجرایی پژوهش

روش‌شناسی

این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های توسعه آموزش تغییرات اقلیمی به شیوه‌ای ترکیبی از روش-های کیفی و کمی انجام شد. از نظر هدف، پژوهش کاربردی و از حیث روش، از نوع تحلیلی-اکتشافی با رویکرد آینده-پژوهی است که به منظور ساماندهی و ارتقای کیفیت نظام آموزش عالی کشاورزی به کارگیری شد.

در گام نخست، جهت شناسایی پیشران‌های توسعه‌ی آموزش تغییرات اقلیمی در نظام آموزش عالی کشاورزی ایران، ابتدا با مطالعه گسترده منابع داخلی و بین‌المللی و مرور ادبیات حوزه آموزش تغییر اقلیم، فهرستی از کلیدواژه‌ها و پیشران‌های پیشنهادی تدوین و پالایش شد. در ادامه، با توجه به جدید بودن حوزه تحقیق، جهت تبیین ابعاد موضوع مورد بررسی و نیز فراهم‌سازی فضای گفتمانی، فهرستی از پیشران‌های پیشینه

از طریق بررسی ادبیات پیشینه موضوع مورد بررسی و بر اساس جدول شماره ۲، در آغاز مصاحبه‌ها در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت. پس از این مرحله، شرکت کنندگان تحت مصاحبه‌های فردی عمیق و نیمه ساختارمند قرار گرفتند تا بتوانند آزادانه به ابراز نظرات خود بپردازند. مصاحبه‌ها به صورت حضوری و مجازی به طور میانگین ۵۰ دقیقه به‌طول انجامید. جامعه آماری این مرحله طبق فراوانی گام نخست جدول شماره ۱، را یازده نفر از محققان مراکز دانشگاهی با زمینه مطالعاتی مرتبط با حوزه تغییرات اقلیمی در سه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ساری و گرگان به عنوان دانشگاه‌های تخصصی کشاورزی در دو اقلیم متفاوت شمال و جنوب کشور، تشکیل دادند. نمونه‌گیری به صورت غیراحتمالی و با استفاده از تکنیک گلوله برفی انجام و تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. اشباع نظری زمانی رخ داد که دیگر کد جدید قابل تاثیری استخراج نشد و پاسخ‌ها همسانی و همپوشانی بالایی نشان دادند. این اتفاق در مصاحبه با شرکت‌کننده ۱۱ام رخ داد. این رویکرد با استانداردهای روش‌شناسی کیفی و به‌ویژه تحلیل مضمون به‌کار گرفته شده در گام بعدی، که بر عمق و غنای داده‌ها تأکید دارد، همسو است (براون و کلارک، ۲۰۰۶).

شایان ذکر است که در اجرای نمونه‌گیری با تکنیک گلوله برفی و در جهت ارتقای دقت کار به توصیه خبرگان، مسیر جمع‌آوری داده‌ها به سوی اعضای هیئت علمی با حوزه تحقیقاتی مرتبط با موضوع مورد پژوهش در دانشکده‌های کشاورزی تربیت مدرس، بو علی سینا همدان و خرم آباد سوق داده شد. در مرحله نهایی گام نخست برای تحلیل داده‌ها از روش تحلیل مضمون استفاده شد. غالباً از تحلیل مضمون جهت شناخت الگوهای کیفی و کلامی و تهیه کدهای مرتبط با آنها استفاده می‌کنند (حسینعلی بیکی و همکاران، ۱۴۰۱).

در این پژوهش کدگذاری به صورت دستی و بر اساس روش تحلیل مضمون با الگوی براون و کلارک انجام شد. ابتدا پس از انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، تمام داده‌های متنی به دقت بازنویسی و در قالب فایل متنی طبقه‌بندی شدند. سپس، با خوانش دقیق خط به خط متون، عبارات و جملات حاوی مفاهیم کلیدی استخراج و برچسب‌های مفهومی (نمادها) به صورت تدریجی تعیین شدند. کدگذاری به صورت باز شروع شده و پس از استخراج کدهای اولیه، این کدها براساس میزان تشابه و هم‌پوشانی معنایی در قالب مضامین پایه و سپس مضامین سازمان‌دهنده، تلفیق و طبقه‌بندی شدند تا به ساختار نهایی مضامین فراگیر منجر شود. این فرآیند با بازبینی‌های مکرر متون و کدها همراه بود تا انسجام مفهومی حفظ شده و داده‌ها به خوبی بازنمایی گردند (براون و کلارک، ۲۰۰۶).

روایی تحلیل مضمون با استفاده از تایید چندسطحی حاصل شد، به این صورت که از یک سو، شرکت‌کنندگان در مصاحبه‌ها از اعضای هیئت علمی سه دانشگاه مختلف و دارای سابقه مرتبط بودند تا تنوع دیدگاه‌ها و عینیت داده‌ها تأمین شود. از سوی دیگر، در طول فرآیند کدگذاری، بازنگری‌های پی‌درپی و مقایسه کدها با متون اولیه به منظور اطمینان از تطابق معانی و تفسیر درست انجام گرفت. همچنین، برای افزایش روایی، مشارکت در بحث و تبادل نظرهای پژوهشگران در تیم تحقیقاتی، تطبیق مضامین با پژوهش‌های پیشین و بازخورد از کارشناسان انجام شد.

برای ارتقای پایایی، طی فرآیند کدگذاری، بخشی از متون به طور مستقل توسط دو نفر از پژوهشگران بررسی و کدگذاری شد و میزان تطابق کدها بین آن‌ها بررسی شد که در صورت اختلاف، با بحث و گفت‌وگو به اجماع رسیدند. همچنین، مستندسازی دقیق مراحل کدگذاری و توصیف شفاف روند تحلیل در گزارش موجب ارتقاء قابلیت تکرارپذیری پژوهش شد.

جدول (۱) شناسه‌های اعضای هیئت علمی شرکت‌کننده در دو مرحله مصاحبه

متغیر	سطوح متغیر	فراوانی گام نخست	فراوانی گام دوم
سن	۳۵-۴۰ سال	۶	۵
	۴۰-۴۵ سال	۱	۵
	۴۵-۵۰ سال	-	۲
	بیشتر از ۵۰ سال	۴	۳
جنسیت	مرد	۷	۱۳
	زن	۴	۲

ادامه جدول (۱) شناسه‌های اعضای هیئت علمی شرکت‌کننده در دو مرحله مصاحبه

متغیر	سطوح متغیر	فراوانی گام نخست	فراوانی گام دوم
تجربه آموزشی	۱۰- ۵ سال	۶	۶
	۱۵-۱۰ سال	۱	۲
	۲۰-۱۵ سال	-	۳
	بیشتر از ۲۰ سال	۴	۴
مرتبه علمی	استادیار	۵	۶
	دانشیار	۳	۵
	استاد	۲	۴
	مربی	۱	-
مجموع فراوانی مصاحبه‌شوندگان		۱۱	۱۵

در گام دوم، جهت اولویت‌بندی پیشران‌های شناسایی شده، از روش تحلیل ساختاری میک‌مک استفاده شد. انتخاب این روش مبتنی بر چند دلیل کلیدی بود. نخست آنکه، ماهیت اکتشافی و سیستماتیک پژوهش حاضر که به دنبال شناسایی پیشران‌های کلیدی و ترسیم نقشه روابط پیچیده و اثرات متقابل میان آن‌ها در نظام آموزش عالی کشاورزی بود، با قابلیت‌های ذاتی روش میک‌مک که برای تحلیل سیستم‌های پیچیده با روابط سیستمی پنهان، طراحی شده است، همخوانی کامل داشت (ورونیکا و همکاران، ۲۰۱۴). از سوی دیگر، برخلاف روش‌های رایج اولویت‌بندی مانند فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که عمدتاً بر وزن‌دهی عوامل متمرکزند، میک‌مک امکان درک پویایی سیستم را از طریق شناسایی متغیرهای کلیدی با اثرگذاری و اثرپذیری بالا فراهم می‌کند و نقشه‌ای جامع از ساختار روابط ارائه می‌دهد (براتی و همکاران، ۲۰۱۹). این رویکرد به ویژه در مطالعات آینده‌نگری و سیاست‌گذاری در حوزهٔ آموزش و توسعه پایدار به طور گسترده مورد تأیید و استفاده قرار گرفته است (سوگونا و همکاران، ۲۰۲۴).

در این مرحله (طبق جدول شماره ۱)، نظر ۱۵ نفر از اعضای هیئت علمی مجرب در حوزه آموزش تغییرات اقلیمی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ساری و گرگان جمع‌آوری شد. در ادبیات روش میک‌مک، نمونه‌ای در بازهٔ ۱۵ تا ۲۵ خبره برای تشکیل ماتریس اثرات متقابل و دستیابی به نتایج پایدار کافی و متعارف تلقی می‌شود (امران و همکاران، ۲۰۱۴). از طرفی متناسب با میزان تخصص خبرگان و نیز محدودیت دسترسی، امکان بهره‌گیری از تعداد کمتر نیز گزارش شده است. (زمبلی و همکاران، ۲۰۲۴) کلیهٔ این خبرگان دارای سابقهٔ تدریس و پژوهش مؤثر در حوزهٔ تغییرات اقلیمی و آموزش کشاورزی بودند که دقت و اعتبار قضاوت‌های تخصصی آنان را تضمین می‌نمود.

در ادامه پرسشنامه‌ای مبتنی بر نحوه تأثیر متقابل پیشران‌ها بر یکدیگر (تاثیرگذاری و تاثیرپذیری متقابل)، طبق پیش-فرض و استاندارد نرم افزار، با چهار طیف ارزیابی ۰ تا ۳ (۰=بی‌تأثیر، ۱=تأثیر کم، ۲=تأثیر متوسط، ۳=تأثیر زیاد) و به صورت ماتریس ۸×۸ طراحی شد و پس از آن در اختیار خبرگان قرار گرفت. داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار میک-مک تحلیل شد. تحلیل ساختاری یا تحلیل اثر متقابل، روشی برای تشخیص روابط متقابل است؛ به‌طوری که تأثیر هر روند بر روندهای دیگر درجه‌بندی می‌شود (الوندی، ۱۴۰۰). با استفاده از این روش می‌توانیم متغیرهای اصلی یك سیستم را شناسایی کنیم که هم بیشترین نفوذ بر دیگر متغیرها را دارند و هم بیشترین وابستگی به متغیرهای دیگر را دارند. این روش رویکردی تحلیلی برای بررسی تأثیر وقوع یك رویداد در یك مجموعه آینده‌پژوهی است. اکثر رویدادها و تحولات به نحوی مرتبط با سایر رویدادها و تحولات هستند. در این روش تلاش می‌شود تا تأثیر یا احتمال تأثیر یك رویداد بر رویدادی دیگر پیش‌نگری شود (طالبیان و همکاران، ۱۳۹۶).

نتایج پایانی نرم افزار میک‌مک به این صورت خواهد بود که عوامل را با توجه به میزان اثرگذاری و اثرپذیری در فضای دوبعدی ترسیم می‌کند. محور افقی بیانگر میزان تأثیرپذیری و وابستگی و محور عمودی بیانگر میزان اثرگذاری است. تحلیل ساختاری عوامل از طریق نمودار و در نواحی مختلف مختصات قابل بررسی است. نمودار مختصات آثار متقابل چهار ناحیه دارد که با توجه به نقش خاص متغیرها در هر ناحیه از هم متمایز می‌شوند (کلانتری بنادکی و همکاران، ۱۴۰۰):

ناحیه ۱ به متغیرهای راهبردی یا دووجهی تعلق دارد که به‌صورت بسیار تأثیرگذار و بسیار تأثیرپذیر عمل می‌کنند که در قسمت شمال شرقی نمودار قرار می‌گیرند. هم قابل دست‌کاری و کنترل هستند و هم بر پویایی و تغییر سیستم تأثیر می‌گذارند. یعنی شاخص‌های ناپایداری را تشکیل می‌دهند. در برخی از منابع به‌عنوان متغیرهای اعتماد از آنها نامبرده شده است. متغیرهایی که بالای خط قطری این ناحیه قرار می‌گیرند، متغیرهای »ریسک« نامیده می‌شوند زیرا ظرفیت تبدیل‌شدن به بازیگران کلیدی را دارند. یعنی به‌سرعت تغییرات بر آنها اثر می‌گذارند و آنها نیز این تغییرات را خیلی سریع به متغیرهای وابسته در ناحیه ۴ منتقل می‌کنند. متغیرهایی که زیر خط قطری این ناحیه قرار می‌گیرند متغیرهای »هدف« نامیده می‌شوند و نتایج سیستم را به نمایش می‌گذارند. به‌عبارت‌دیگر، با دست‌کاری این متغیرها سیستم تغییرات تکاملی را در پیش خواهد گرفت. با این توصیف متغیرهایی را که تأثیر بالایی دارند، ولی قابل‌کنترل نیستند، نمی‌توان به‌عنوان متغیر راهبردی محسوب کرد (همتی و همکاران، ۱۴۰۱).

برنامه‌ریزان به‌ندرت قادر به تغییر در متغیرهای قرارگرفته در ناحیه ۲ هستند. متغیرهای این ناحیه به‌عنوان بحرانی‌ترین مؤلفه‌ها، بیشتر تأثیرگذار و کمتر تأثیرپذیر هستند و متغیرهای ورودی محسوب می‌شوند. متغیرهای محیطی عموما در این قسمت قرار می‌گیرند که توسط سیستم قابل‌کنترل نیستند. متغیرهای ناحیه ۳ شبکه مختصات تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بسیار پایینی دارند و نمی‌توانند متغیرهای راهبردی محسوب شوند. آنها در قسمت جنوب غربی نمودار قرار می‌گیرند و متغیرهای مستقل و مستثنا نامیده می‌شوند. این متغیرها از سایر متغیرهای سیستم تأثیر نمی‌پذیرند، بر آنها اثر هم ندارند و ارتباط بسیار کمی با سیستم دارند. متغیرهای ناحیه ۴ نیز به دلیل وابستگی شدید به سایر متغیرها خاصیت راهبردی ندارند و بیشتر از سایر متغیرها نتیجه می‌شوند. اما متغیرهای ناحیه ۱ متغیرهای راهبردی هستند، چراکه هم قابلیت کنترل توسط سیستم مدیریتی را دارند و هم بر سیستم تأثیرگذاری قابل قبولی دارند (رهسپار و همکاران، ۱۳۹۸).

یافته‌ها

درگام نخست، با توجه به جدید بودن حوزه تحقیق، جهت تبیین ابعاد موضوع مورد بررسی و نیز ایجاد فضای گفتمانی مطلوب، فهرستی از پیشران‌های پیشینه پژوهش طبق جدول شماره ۲، در اختیار شرکت‌کنندگان در مصاحبه قرار گرفت. در ادامه نیز با بهره‌گیری از روش تحلیل مضمون محتوای مصاحبه‌ها با الگوی براون و کلارک نتایج زیر به دست آمد:

در مراحل اولیه تحلیل متن، ۴۰ مضمون پایه طبق جدول شماره ۳ شناسایی شد. در این مرحله مضمون درج مباحث تغییر اقلیم در دروس عمومی و تخصصی با تکرار ۸ مرتبه، بیشترین فراوانی را نشان داد.

جدول (۲) پیشینه پیشران‌های توسعه آموزش تغییرات اقلیمی

پیشینه پژوهش در سطح ایران	منبع	پیشینه پژوهش در سطح جهان	منبع
آموزش تخصصی و توانمندسازی نیروی انسانی در حوزه تغییرات اقلیمی	کرمی و همکاران (۱۳۹۵)	گسترش دانش تخصصی و علمی مرتبط با تغییرات اقلیمی جهت پشتیبانی آموزش	یو و همکاران (۲۰۲۰)
برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های تخصصی آموزشی در موضوعات اقلیمی	قنبری و همکاران (۱۳۹۸)	افزایش آگاهی و تغییر نگرش نسبت به تغییرات اقلیمی	رابینسون (۲۰۰۹)
بازنگری و توسعه محتواهای درسی با محوریت تغییرات اقلیمی	صادقی و مقیمی (۱۳۹۸)	تدوین سیاست‌ها و چارچوب‌های حمایتی برای آموزش اقلیمی	سلین و همکاران (۲۰۱۷)
آموزش ویژه برای مربیان و مدرسان حوزه آموزش تغییرات اقلیمی		مشارکت دانشگاه با ذینفعان در آموزش	باله‌گیر و همکاران (۲۰۱۹)
مشارکت جوامع محلی و سایر گروه‌های ذینفع در آموزش اقلیمی		تضمین فرصت‌های برابر در آموزش اقلیمی برای همه اقشار	(۲۰۲۱) سینگ
بکارگیری روش‌های نوین و مشارکتی در آموزش اقلیمی		تقویت ارزش‌ها و فرهنگ‌های پایدار	کونکل و مونرو (۲۰۱۹)

ادامه جدول (۲) پیشینه پیشران‌های توسعه آموزش تغییرات اقلیمی

پیشینه پژوهش در سطح ایران	منبع	پیشینه پژوهش در سطح جهان	منبع
ارتقای دانش و مهارت تخصصی افراد در تغییرات اقلیمی	صادقی و مقیمی (۱۳۹۸)	حساس‌سازی افکار عمومی	استیونسون (۲۰۱۸)
استمرار آموزش و به‌روزرسانی توانمندی‌های مدرسان		جهت‌گیری سیاسی سازگار بین سیاست برنامه‌های آموزشی	پلاتزر و هانا (۲۰۱۸)
بهره‌گیری از فناوری‌های چندرسانه‌ای در آموزش اقلیمی	قنبری و همکاران (۱۴۰۱)	توجه به توانایی‌ها و سبک‌های یادگیری فردی در آموزش تغییرات اقلیمی	بوش و همکاران (۲۰۱۹)
اجرای آموزش‌های اقلیمی در مقیاس محلی با تاکید بر ویژگی‌های منطقه‌ای	کرمی و همکاران (۱۳۹۹)	بررسی اثرات روانی و اجتماعی آموزش در تغییر نگرش‌ها و رفتار	
افزایش توانمندی‌ها و ظرفیت‌های نهادی در آموزش	افضلی گروه و همکاران (۱۴۰۰)	ایجاد قوانین و مقررات لازم برای تضمین کیفیت و استمرار آموزش	شپانکیویچ و همکاران (۲۰۲۱)
اصلاح و توسعه مستمر محتوای آموزشی مرتبط با اقلیم و تغییرات آن		تدوین برنامه درسی هماهنگ و فراگیر در سطح ملی	
انجام مطالعات علمی جهت ارتقای سطح دانش و اثربخشی آموزش		تخصیص و مدیریت منابع مالی جهت حمایت از آموزش اقلیمی	
ایجاد سیاست‌ها، ساختارها و مدیریت اثربخش در زمینه آموزش		طراحی برنامه‌های تخصصی تربیت مدرس در آموزش اقلیمی	
طراحی شاخص‌ها و الگوهای ارزیابی اثربخشی آموزش		تولید و بازنگری متون آموزشی مطابق با تغییرات اقلیمی و نیازهای روز	
		: تضمین کاربرد واقعی آموزش‌ها در محیط زیست و جامعه	(۲۰۲۲) تانگ
		: فراهم آوری فرصت‌های ارتقا و آموزش تخصصی برای معلمان و مربیان	سبرین (۲۰۱۸)
		تعیین اهداف، سیاست‌ها و برنامه‌های بلندمدت آموزش اقلیمی	
		ایجاد حمایت، هدایت و مدیریت مؤثر در نظام آموزش اقلیمی	
		تعامل میان‌رشته‌ای	
		ایجاد نظام تشویقی برای مشارکت و موفقیت در آموزش	
		یادگیری عمل‌محور و تحول‌آفرین	
		نوآوری برنامه درسی	
		فرایند تضمین کیفی	
		تعیین شاخص‌ها و عوامل مؤثر در بهبود تحقیقات آموزشی	
		پرورش حس تعلق و مسئولیت اجتماعی نسبت به محیط زیست	کانتل و همکاران (۲۰۱۹)
		نهادینه‌سازی فلسفه و جهان‌بینی آموزشی کارآمد	
		تشویق به مشارکت در اقدامات و پروژه‌های زیست محیطی	
		افزایش انگیزه برای مشارکت فعال در آموزش و اقدامات اقلیمی	
		آموزش با تمرکز بر توسعه پایدار و آینده	
		افزایش امید و اعتماد به توانایی تغییر	
		شناسایی و رفع موانع پیش‌روی آموزش اقلیمی	

جدول (۳) فراوانی مضامین پایه در تحلیل مضمون مرحله اول پژوهش جهت شناسایی پیشران‌های آموزش تغییرات اقلیمی

ردیف	مضامین پایه	فراوانی	ردیف	مضامین پایه	فراوانی
۱	درج مباحث تغییر اقلیم در دروس عمومی و تخصصی	۸	۲۱	تشویق راهکارهای بومی نوآورانه، کارآفرینی زیست‌محیطی	۴
۲	بازنگری و روزآمدسازی برنامه‌های درسی	۷	۲۲	حمایت از پژوهش‌های کاربردی و نوین/ تجاری‌سازی	۴
۳	آموزش مهارت‌های عملی برای مدیریت چالش‌های اقلیمی	۶	۲۳	وجود سیاست‌های تشویقی، ساختار هماهنگ میان آموزش، محیط زیست و کشاورزی	۴
۴	تدوین چارچوب‌ها و سیاست‌های کلان حمایتی، نظارتی و پایش مستمر برای بهبود و پایداری آموزش تغییرات اقلیمی	۶	۲۴	تربیت دانش‌آموخته آینده‌نگر و مجهز به مهارت‌های پایداری	۴
۵	همکاری بین رشته‌ای و بین‌بخشی	۶	۲۵	درگیر کردن فراگیران با آموزش عملی و میدانی	۴
۶	همکاری مستمر با ذی‌نفعان کلیدی برای هماهنگی آموزش با نیازهای واقعی	۶	۲۶	فراهم‌سازی بسترهای پایدار معیشتی و محیطی	۳
۷	تولید پایان‌نامه، پروژه، مقاله و داده پژوهشی در حوزه تغییرات اقلیمی	۶	۲۷	ارزیابی اثربخشی آموزش‌های اقلیمی و بازخوردگیری	۳
۸	دوره‌های بازآموزی برای هیئت علمی	۵	۲۸	مشارکت و یادگیری مشارکتی	۳
۹	به‌روزرسانی منابع آموزشی براساس علم روز و مقتضیات محلی	۵	۲۹	نوآوری در روش‌های تدریس	۳
۱۰	ارتباط دانشگاه با کشاورزان جهت تطبیق آموزش و ترویج با نیازهای محلی کشاورزان	۵	۳۰	تلفیق دانش علمی و محلی	۳
۱۱	حمایت مالی و پشتیبانی وزارت علوم و دولت جهت توسعه آموزش تغییرات اقلیمی	۵	۳۱	فراهم کردن زیرساخت‌های لازم برای دسترسی همه‌جانبه به آموزش	۳
۱۲	تاکید بر آموزش تاب‌آوری و سازگاری با تغییرات اقلیمی	۵	۳۲	توجه ویژه به اقشار محروم در فرهنگ‌سازی، مهارت‌آموزی و کارآفرینی اقلیمی	۳
۱۳	تطبیق آموزش با نیاز جامعه و کشاورزان	۵	۳۳	نهادینه‌سازی همکاری بین‌بخشی	۳
۱۴	روش‌های نوین آموزشی (پروژه/مدلسازی/واقعیت مجازی/...)	۴	۳۴	تدوین آیین‌نامه‌ها و ساختارهای حمایت‌کننده نهادی	۳
۱۵	بهبود کیفیت منابع و محتوای آموزشی	۴	۳۵	بکارگیری فناوری و پلتفرم‌های هوشمند	۳
۱۶	راه‌اندازی رشته و گرایش میان‌رشته‌ای بین رشته‌های کشاورزی و تغییرات اقلیمی برای ارائه آموزش‌های تخصصی‌تر	۴	۳۶	ایجاد زمینه پروژه‌های تحقیقاتی مشترک	۳
۱۷	افزایش حس مسئولیت‌پذیری و فرهنگ زیست‌محیطی	۴	۳۷	گسترش مشاغل سبز و کارآفرینی	۳
۱۸	تربیت نیروی انسانی متخصص سازگار با اقلیم	۴	۳۸	پذیرش مسئولیت اجتماعی و مدنی توسط نظام آموزش عالی	۳
۱۹	برنامه‌ریزی ویژه برای آموزش کشاورزان و روستائیان در زمینه تغییرات اقلیمی	۴	۳۹	پشتیبانی مالی و تسهیلاتی برای دانشجویان محروم	۲
۲۰	استفاده از تکنولوژی‌های آموزشی نوین	۴	۴۰	ایجاد شبکه‌های بین‌المللی برای تبادل دانش	۲

در ادامه نیز با ترکیب و تلخیص مضامین پایه برحسب میزان هم‌پوشانی، ۱۵ مضمون سازمان‌دهنده طبق جدول شماره ۴، شکل گرفت. براساس نتایج بدست آمده، بازنگری و روزآمدسازی برنامه‌های درسی، آموزش کاربردی، عملی و میدانی، بازآموزی مستمر و توسعه حرفه‌ای اساتید، مشارکت با ذینفعان و تعامل با جامعه محلی و کشاورزان و پیوند آموزش با پژوهش، ترویج و کارآفرینی با ۴ مضمون پایه مرتبط، بیشترین توجه مصاحبه شوندگان را به عنوان مضمون سازماندهنده، به خود اختصاص داد. در مقابل نتایج حاکی از آن است که کمترین فراوانی از این حیث متعلق به اطلاع‌رسانی و گفتمان‌سازی، توجه به آینده‌نگری، سناریوسازی و برنامه‌ریزی پیش‌نگر و بهبود زیرساخت‌های دسترسی و تجهیز دانشگاه‌ها با ۲ مضمون پایه مرتبط است.

جدول (۴) فراوانی مضامین سازمان‌دهنده تحلیل مضمون مرحله اول پژوهش جهت شناسایی پیشران‌های آموزش تغییرات اقلیمی

ردیف	مضمون سازمان‌دهنده	مضامین پایه مرتبط	فراوانی
۱	بازنگری و روزآمدسازی برنامه‌های درسی	بازنگری سرفصل‌ها، درج مباحث تغییر اقلیم، تدوین دروس جدید، تطبیق برنامه‌ها	۴
۲	آموزش کاربردی، عملی و میدانی	آموزش مهارت‌های عملی، پروژه میدانی و بازدید، کارآموزی، آموزش در مزرعه/ آزمایشگاه	۴
۳	بازآموزی مستمر و توسعه حرفه‌ای اساتید	دوره‌ها و کارگاه‌ها، آموزش ضمن خدمت، به‌روزرسانی دانش و روش تدریس	۴
۴	مشارکت با ذینفعان و تعامل با جامعه محلی و کشاورزان	جلسات ترویجی، آموزش نیازمحور، کارگاه مشترک با کشاورزان، ارتباط با ذینفعان بومی	۴
۵	پیوند آموزش با پژوهش، ترویج و کارآفرینی	پایان‌نامه و پروژه کاربردی، تولید مقاله و داده پژوهشی، ترویج یافته‌های علمی، کارآفرینی	۴
۶	توسعه سرفصل‌ها و رشته‌های میان‌رشته‌ای	ایجاد گرایش‌های میان‌رشته‌ای، حمایت از گرایش‌های جدید، تلفیق علوم کشاورزی-زیست‌محیطی	۳
۷	تلفیق دانش بومی، محلی و علمی	بومی‌سازی محتوا، ترکیب تجربه محلی و دانش روز، راهکارهای بومی نوآورانه	۳
۸	نوآوری در روش‌های تدریس و تجربه آموزشی	واقعیت مجازی، متاورس، مدلسازی، روش‌های نوین، آموزش ترکیبی	۳
۹	توسعه آموزش مبتنی بر فناوری و هوش مصنوعی	فناوری‌های نوین، یادگیری دیجیتال، منابع آنلاین، پلتفرم هوشمند	۳
۱۰	تضمین کیفیت آموزش و ارزیابی اثربخشی	نظام ارزیابی مستمر، دریافت بازخورد، بهبود کیفیت محتوا، نظارت پیوسته	۳
۱۱	توسعه مشارکت و یادگیری مشارکتی	ایفای نقش، بحث گروهی، آموزش مبتنی بر پروژه‌های مشترک، یادگیری همیار	۳
۱۲	همکاری بین‌رشته‌ای و بین‌بخشی	پروژه مشترک، تدوین سیاست‌های آموزشی مشترک، همکاری کشاورزی-محیط‌زیست-علوم اجتماعی	۳
۱۳	حمایت نهادی، سیاستگذاری و ساختار هماهنگ	سیاست‌های کلان، آیین‌نامه‌های حمایت‌کننده، هماهنگی نهادهای ذی‌ربط	۳
۱۴	حمایت مالی و تسهیلاتی	پشتیبانی مالی دولت/وزارت، حمایت از دانشجویان مناطق محروم، جذب سرمایه‌گذاری	۳
۱۵	گسترش فرصت‌های اشتغال سبز و توسعه پایدار	توسعه مشاغل سبز، آموزش کارآفرینی، پیوند محتوا با مشاغل آینده، آماده‌سازی بازار کار سبز	۳
۱۶	تقویت مسئولیت اجتماعی و فرهنگ زیست‌محیطی	پذیرش مسئولیت اجتماعی آموزش عالی، افزایش فرهنگ زیست‌محیطی، آموزش شهروندی	۳
۱۷	آموزش تاب‌آوری و سازگاری	آموزش مقاومت اقلیمی، راهکارهای سازگاری برای دانشجویان/کشاورزان، مهارت‌های پایداری	۳
۱۸	توسعه ارتباطات و شبکه‌سازی ملی و بین‌المللی	شبکه بین‌المللی دانش، همکاری دانشگاه‌های داخلی-خارجی، برگزاری همایش و کنفرانس	۳
۱۹	تمرکز بر مناطق محروم، توجه به عدالت آموزشی	برنامه‌ریزی برای روستاها و مناطق کمتر برخوردار، عدالت آموزشی، جبران نابرابری منطقه‌ای	۳
۲۰	حمایت از پژوهش‌های نوین و تجاری‌سازی علم	حمایت از پایان‌نامه‌های کاربردی، تجاری‌سازی نتایج پژوهش، تجمیع پروژه‌های تحقیقاتی اقلیمی	۳
۲۱	اطلاع‌رسانی و گفتمان‌سازی	کمپین‌های آگاهی‌بخش، آموزش در رسانه‌ها، تبیین اهمیت اقلیم برای جامعه	۲
۲۲	توجه به آینده‌نگری، سناریوسازی و برنامه‌ریزی پیش‌نگر	تربیت دانشجوی آینده‌نگر، آموزش سناریوسازی، تحلیل آینده پایدار	۲
۲۳	بهبود زیرساخت‌های دسترسی و تجهیز دانشگاه‌ها	تامین زیرساخت ICT، تجهیز آزمایشگاه و مزرعه آموزشی، ارتقای منابع آموزشی فیزیکی	۲

در نهایت مضامین فراگیر تحقیق حاضر که حاصل ادغام مضامین سازمان‌دهنده است، در جدول شماره ۵، ۸ مورد نشان داده شده است. براساس نتایج این بخش، سه مضمون فراگیر آموزش و تربیت نیروی انسانی، محتوای آموزشی و برنامه درسی و پژوهش و نوآوری در مقایسه با سایر مضامین فراگیر، بیشترین فراوانی را از لحاظ میزان مضامین سازمان‌دهنده مرتبط، به خود اختصاص داده اند.

جدول (۵) فراوانی مضامین فراگیر تحلیل مضمون جهت تشکیل ماتریس اثرات متقاطع میک‌مک

ردیف	مضمون فراگیر	مضامین سازمان‌دهنده مرتبط	فراوانی
۱	آموزش و تربیت نیروی انسانی	آموزش کاربردی، عملی و میدانی؛ بازآموزی مستمر و توسعه حرفه‌ای اساتید؛ آموزش تاب‌آوری و سازگاری؛ آموزش و تربیت نیروی انسانی؛ تقویت مسئولیت اجتماعی و فرهنگ زیست‌محیطی	۵
۲	محتوای آموزشی و برنامه درسی	بازنگری و روزآمدسازی برنامه‌های درسی؛ توسعه سرفصل‌ها و رشته‌های میان‌رشته‌ای؛ تلفیق دانش بومی، محلی و علمی؛ نوآوری در روش‌های تدریس و تجربه آموزشی؛ توسعه آموزش مبتنی بر فناوری و هوش مصنوعی	۵
۳	پژوهش و نوآوری	پیوند آموزش با پژوهش، ترویج و کارآفرینی؛ حمایت از پژوهش‌های نوین و تجاری‌سازی علم؛ نوآوری در روش‌های تدریس و تجربه آموزشی؛ توسعه آموزش مبتنی بر فناوری و هوش مصنوعی	۵
۴	تعامل و ارتباطات	مشارکت با ذینفعان؛ تعامل با جامعه محلی و کشاورزان؛ توسعه ارتباطات و شبکه‌سازی ملی و بین‌المللی؛ اطلاع‌رسانی و گفتمان‌سازی	۴
۵	ارزیابی مستمر و تضمین کیفیت آموزش	تضمین کیفیت آموزش و ارزیابی اثربخشی؛ ارزیابی مستمر؛ بهبود زیرساخت‌های دسترسی و تجهیز دانشگاه‌ها	۳
۶	عدالت آموزشی	تمرکز بر مناطق محروم و توجه به عدالت آموزشی؛ توسعه مشارکت و یادگیری مشارکتی	۲
۷	حکمرانی و ساختار نهادی	حمایت نهادی، سیاستگذاری و ساختار هماهنگ؛ حمایت مالی و تسهیلاتی	۲
۸	آینده‌نگری و توسعه پایدار	گسترش فرصت‌های اشتغال سبز و توسعه پایدار؛ توجه به آینده‌نگری، سناریوسازی و برنامه‌ریزی پیش‌نگر	۲

در گام دوم پژوهش، پیشران‌های شناسایی شده در گام قبلی، در قالب ماتریس اثرات متقاطع با ابعاد ۸×۸ در اختیار ۱۵ تن از اعضای هیئت علمی اشاره شده در جدول ۱، قرار داده شد. و از آنان خواسته شد تا به امتیازدهی پیشران‌های مورد بررسی برحسب میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آنها در قالب یک ماتریس واحد بپردازند. می‌توان گفت که نتایج کیفی گام نخست، ریشه تحلیلی و نتایج کمی بُعد پویایی و تعامل بین مضامین را روشن ساخت. در ادامه همانگونه که در روش پژوهش بیان شد، باتوجه به شدت اثرات، به متغیرهای مورد تحقیق امتیازهایی از ۰ تا ۳ داده شد. سپس روش تحلیل تأثیر متقابل با نرم‌افزار میک‌مک به‌منظور استخراج پیشران‌های راهبردی اثرگذار بر توسعه آموزش تغییرات اقلیمی در نظام آموزش عالی کشاورزی به کار گرفته شد. خروجی-های این مرحله به شرح زیر ارائه می‌شود:

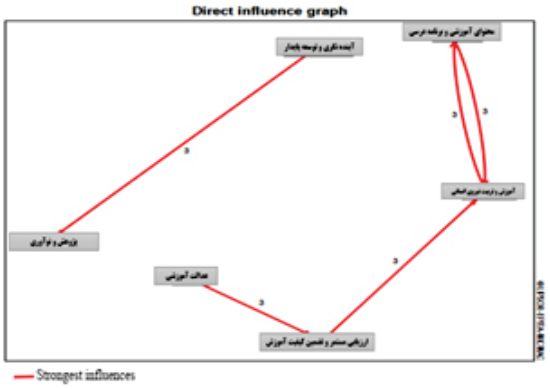
موقعیت پیشران‌های توسعه آموزش تغییرات اقلیمی در نظام آموزش عالی کشاورزی در جدول ۶، بر اساس نگاره ۲ که از خروجی‌های میک‌مک است، نمایش داده شده است.

نگاره ۲- نقشه تأثیرپذیری و تأثیرگذاری مستقیم پیشران‌ها، یافته‌های پژوهش

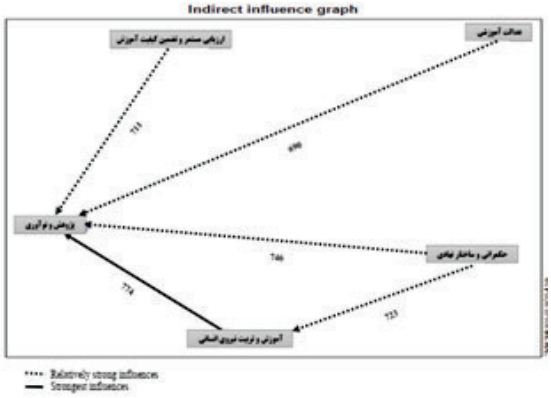
جدول (۶) موقعیت پیشران‌ها در مختصات میک‌مک به همراه میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری، یافته‌های پژوهش

نواحی مختصات	نوع متغیرها	اثرات متقابل مستقیم پیشران‌ها	میزان تاثیرگذاری	میزان تاثیرپذیری
ناحیه ۱ (شمال شرقی) اثرگذاری بالا اثرپذیری بالا	متغیرهای راهبردی	آموزش و تربیت نیروی انسانی	۲۰	۱۹
ناحیه ۲ (شمال غربی) اثرگذاری بالا اثرپذیری پایین	متغیرهای موثر	حکمرانی و ساختار نهادی	۱۹	۱۵
		ارزیابی مستمر و تضمین کیفیت آموزش	۱۸	۱۵
		عدالت آموزشی	۱۷	۱۶
		محتوای آموزشی و برنامه درسی	۱۶	۱۶
		آینده‌نگری و توسعه پایدار	۱۶	۱۵
ناحیه ۳ (جنوب غربی(اثرگذاری پایین اثرپذیری پایین	متغیرهای مستقل	تعامل و ارتباطات	۱۲	۱۶
ناحیه ۴ (جنوب شرقی) اثرگذاری پایین اثرپذیری بالا	متغیرهای وابسته	پژوهش و نوآوری	۱۴	۲۰

درصد پراکندگی و حساسیت این بخش از نرم‌افزار جهت بررسی تاثیرات مستقیم و غیرمستقیم پیشران‌ها، بر ۱۰ درصد تنظیم شد. با توجه به تنظیمات بیان شده، روابط میان متغیرها به عنوان یکی از خروجی‌های نرم‌افزار به صورت تاثیرات مستقیم و غیرمستقیم به ترتیب در نگاره های ۳ و ۴ قابل مشاهده می‌باشد.



نگاره ۳- تأثیرگذاری مستقیم پیشران‌های کلیدی توسعه مولفه‌های آموزش تغییرات اقلیمی، یافته‌های پژوهش



نگاره ۴- تأثیرگذاری غیرمستقیم پیشران‌های کلیدی توسعه مولفه‌های آموزش تغییرات اقلیمی، یافته‌های پژوهش

در نهایت، بررسی نحوه توزیع و پراکنش متغیرها در صفحه پراکندگی، حاکی از میزان پایداری یا ناپایداری سیستم مورد مطالعه است. در سیستم پایدار پراکنش متغیرهای به‌صورت حرف L انگلیسی است، اما در سیستم ناپایدار، وضعیت پیچیده‌تر است و عوامل حول قطر مرکزی صفحه پراکندگی قرار دارند و در بیشتر مواقع، حالت بینابینی از تأثیرگذاری و تأثیرپذیری را نشان می‌دهند که ارزیابی و شناسایی عوامل اصلی را دشوار می‌نماید (گودت، ۱۹۹۴). بر این اساس و بر طبق نقشه پراکندگی متغیرها و جایگاه آنها در محور تأثیرگذاری-تأثیرپذیری در نگاره ۲، سیستم مورد بررسی حالت پایدار دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تلفیق تحلیل مضمون (کیفی) و تحلیل ساختاری میک‌مک (کمی)، حاکی از آن است که نظام آموزش تغییرات اقلیمی در آموزش عالی کشاورزی ایران، سیستمی پایدار با پیشران‌هایی در سطوح مختلف تأثیرگذاری است. در ادامه، با بررسی جایگاه و نقش هر یک از این پیشران‌ها، به مضامین کیفی مرتبط با هر کدام استناد شده و تحلیل تلفیقی یکپارچه‌ای از یافته‌ها ارائه خواهد شد.

در تحلیل ارائه شده از مدل میک‌مک و بررسی جایگاه و روابط متقابل پیشران‌های توسعه آموزش تغییرات اقلیمی در نظام آموزش عالی کشاورزی، نتایج بیانگر پایدار بودن سیستم مورد بررسی است. پایدار بودن سیستم به معنای وجود تعادل و هم‌افزایی مناسب میان پیشران‌ها است. این وضعیت پایدار، امکان پیش‌بینی بهتر روندهای توسعه و نیز اتخاذ تصمیمات استراتژیک موفق را فراهم می‌کند.

می‌توان نتیجه گرفت که پایداری سیستم در قالب مدلی جهت‌دار و سلسه مراتبی به مقامات تصمیم‌گیر و سیاست‌گذاران این اجازه را می‌دهد که با اطمینان بیشتری برنامه‌ریزی‌های بلندمدت را انجام دهند و از نتایج احتمالی اقدامات خود آگاه باشند. هماهنگی بین پیشران‌های راهبردی، موثر، مستقل و وابسته، فضای مطلوبی برای مدیریت یکپارچه و جلوگیری از تصمیمات متضاد یا ناکارآمد فراهم می‌کند (آتری و شارما، ۲۰۱۳). از این رو، فرصت بهبود مستمر آموزش تغییرات اقلیمی در نظام آموزش عالی کشاورزی با بهره‌گیری از این پایداری بیشتر شده و قابلیت تنظیم استراتژی‌ها بر اساس تغییرات محیطی و ساختاری، حفظ می‌شود.

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که پایداری سیستم نه تنها تضمین‌کننده تداوم و ثبات فرآیندهای توسعه است، بلکه به عنوان یک ابزار کلیدی در پیش‌بینی روندها و اتخاذ تصمیمات استراتژیک کارآمد، برای تحقق اهداف توسعه پایدار و تاب‌آوری نظام آموزشی در برابر چالش‌های اقلیمی عمل می‌کند. این نکته، اهمیت مدیریت هماهنگ و همزمان پیشران‌ها را به منظور حفظ و ارتقاء پایداری سیستم بیش از پیش برجسته می‌سازد.

در تحلیل ارائه شده از مدل میک‌مک برای شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های توسعه مولفه‌های آموزش تغییرات اقلیمی در نظام آموزش عالی کشاورزی، علاوه بر جایگاه هر پیشران در نواحی چهارگانه، روابط و تأثیر متقابل میان آنها از منظر ماهیت و کارکردشان اهمیت ویژه‌ای دارد. در ادامه به تحلیل دقیق‌تر این ارتباطات و نقش متقابل پیشران‌ها پرداخته می‌شود:

ناحیه اول: پیشران‌های راهبردی (شاخص‌های ناپایداری)

از نگاره ۲ و جدول ۶ می‌توان نتیجه گرفت: مهم‌ترین پیشران توسعه مولفه‌های آموزش تغییرات اقلیمی، پیشران آموزش و تربیت نیروی انسانی است که دارای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بسیار بالایی بر سایر پیشرانهاست. پیشرانهای این ناحیه را می‌توان به دو بخش »متغیرهای ریسک« و »متغیرهای هدف« دسته‌بندی کرد، آنهایی که بالای خط قطری این ناحیه قرار می‌گیرند، ریسک‌پذیری بالایی دارند (زالی و اژدری ۱۳۹۵). یعنی می‌توان گفت آموزش و تربیت نیروی انسانی ظرفیت تبدیل‌شدن به بازیگر کلیدی را دارد. این پیشران می‌تواند تغییرات محیطی را در سطح سیستم خیلی سریع جذب کند و به سایر پیشرانها به ویژه پیشران وابسته‌ی سیستم یعنی پژوهش و نوآوری که وابستگی و تأثیرپذیری بالایی دارد، انتقال دهد.

پیشران »آموزش و تربیت نیروی انسانی« به عنوان یک عامل راهبردی، نقش محوری در ارتقای کیفیت و اثربخشی آموزش تغییرات اقلیمی ایفا می‌کند. در همین راستا پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که تجهیز مدرسان و مربیان به دانش، مهارت‌ها و بینش‌های لازم، می‌تواند شکاف بین دانش علمی و درک عمومی را پر کند و زمینه‌ساز انتقال مؤثر مفاهیم پیچیده اقلیمی به مخاطبان مختلف شود (پلاتزر و هانا، ۲۰۱۸).

از طرفی مدل‌های مختلفی از جمله مدل مفهومی یکپارچه شپانکیویچ و همکاران (۲۰۲۱)، بر اهمیت آموزش و تربیت مدرسان در سطوح کلان و خرد تأکید کرده‌اند. این مدل نشان می‌دهد که دوره‌های ضمن خدمت و توسعه حرفه‌ای معلمان می‌تواند به عنوان یک ورودی حیاتی، کیفیت آموزش تغییرات اقلیمی را بهبود

بخشد. همچنین، مطالعاتی مانند پژوهش ایفیانی اوبی و همکاران (۲۰۱۷) در نیجریه، نیاز به آموزش تخصصی اساتید و اعضای هیأت علمی رشته‌های کشاورزی را به عنوان مؤلفه‌ای تأثیرگذار در این حوزه شناسایی کرده‌اند. این یافته‌ها مؤید آن است که سرمایه‌گذاری در تربیت نیروی انسانی متخصص، می‌تواند به عنوان یک پیشران کلیدی، توسعه سایر مؤلفه‌های آموزش تغییرات اقلیمی را تسریع کند.

از سوی دیگر، مدل‌های رفتاری مانند مدل تانگ (۲۰۲۲) نشان می‌دهند که ادغام سه مؤلفه دانش، کاربرد و جامعه در آموزش، تنها زمانی به نتیجه مطلوب می‌رسد که مدرسان از توانایی کافی برای انتقال این مفاهیم برخوردار باشند. این امر لزوم تجهیز مربیان به مهارت‌های ارتباطی و روش‌های تدریس نوین را بیش از پیش آشکار می‌سازد (کونین، ۲۰۲۱). همچنین، مدل تعامل جامع راس و همکاران (۲۰۲۱) بر این نکته تأکید دارد که توجه به نگرش‌های فراگیران و طراحی آموزش‌های متناسب با آن‌ها، نیازمند مدرسانی است که از حساسیت و دانش کافی در این زمینه برخوردار باشند.

با این حال، علیرغم اهمیت فوق‌العاده آموزش نیروی انسانی، این پیشران به‌ندرت در میان راه‌حل‌های استراتژیک مورد توجه قرار گرفته است (جونز و کامنز، ۲۰۱۱). این در حالی است که آموزش به عنوان یک ابزار کاهنده مؤثر در سازگاری با تغییرات اقلیمی، می‌تواند با تغییر نگرش و رفتار انسان‌ها، نقش تعیین‌کننده‌ای در مقابله با این چالش جهانی ایفا کند. بنابراین، به‌نظر می‌رسد سرمایه‌گذاری در تربیت و توانمندسازی نیروی انسانی نه‌تنها یک انتخاب عاقلانه، بلکه یک ضرورت راهبردی برای دستیابی به اهداف آموزش تغییرات اقلیمی است. این یافته کمی به خوبی توسط داده‌های کیفی تحقیق تأیید و تبیین می‌شود. مضامین سازمان‌دهنده و پایه مرتبط با این پیشران از تحلیل مضمون ـ از قبیل «بازآموزی مستمر و توسعه حرفه‌ای اساتید»، «آموزش کاربردی، عملی و میدانی»، «آموزش تاب‌آوری و سازگاری» ـ همگی بر نقش محوری و دووجهی این پیشران صحه می‌گذارند. برای مثال، تأکید مکرر مصاحبه‌شوندگان بر ضرورت «دوره‌های بازآموزی برای هیئت علمی» (مضمون پایه) و «آموزش مهارت‌های عملی برای مدیریت چالش‌های اقلیمی» (مضمون پایه)، نشان می‌دهد که این پیشران نه تنها تحت تأثیر تغییرات سیستم مانند تحولات برنامه‌های قرار می‌گیرد، بلکه خود محرک اصلی تغییر و ارتقای کیفیت در سایر بخش‌ها (مانند «پژوهش و نوآوری») است. این یافته کیفی توضیح می‌دهد که چرا در تحلیل ساختاری، این پیشران به عنوان یک متغیر «ریسک»کلیدی شناسایی شده است؛ چراکه سرمایه‌گذاری یا غفلت از آن، می‌تواند اثر موجی سریعی در کل سیستم ایجاد کند.

ناحیه دوم: متغیرهای موثر (حکمرانی و ساختار نهادی، ارزیابی مستمر و تضمین کیفیت آموزش، عدالت آموزشی، محتوای آموزشی و برنامه درسی، آینده‌نگری و توسعه پایدار)

از سوی دیگر، پیشرانهایی که اثرگذاری بسیار بالایی بر سیستم و سایر پیشرانها دارند، ولی تأثیرپذیری چندانی از متغیرهای درون سیستم ندارند، همانند پیشرانهای »حکمرانی و ساختار نهادی«، »ارزیابی مستمر و تضمین کیفیت آموزش«، »عدالت آموزشی«، »محتوای آموزشی و برنامه درسی« و »آینده‌نگری و توسعه پایدار «، دارای ماهیتی محیطی هستند. شایان ذکر است که این پیشران‌های مؤثر، همگی در یافته‌های مرحله کیفی و در قالب مضامین سازمان‌دهنده و فراگیر- مانند «حمایت نهادی و سیاستگذاری»، «تضمین کیفیت آموزش»، «عدالت آموزشی»، «بازنگری برنامه درسی» و «توسعه پایدار»- به‌عنوان عوامل کلیدی شناسایی شده بودند که بر پایداری و اثربخشی نظام آموزشی تأثیر مستقیم می‌گذارند. به بیان دقیق‌تر، این مؤلفه‌ها بحرانی هستند که توسط انسان قابل‌کنترل نیستند و وقتی تغییر کنند، روی پیشرانهای وابسته منطقه ۴ و همچنین پیشران راهبردی ناحیه ۱، اثر می‌گذارند. طبیعتاً این پیشران‌ها، سیستم را به سمت ناپایداری می‌برند و این پایانی است بر برنامه‌های سازمانیافته و بسته‌های از قبل تنظیم‌شده. هوشمندانه آن است که به جای نادیده گرفتن این پیشران با این عنوان که از دسترس سازمانها و دولت ها خارج‌اند، از طریق اتخاذ راهکارهایی آنها را به یک فرصت تبدیل کرد و ظرفیت‌های کارآمدی را در زیست‌بوم آموزش تغییرات اقلیمی در

نظام آموزش عالی کشاورزی، ایجاد نمود.

راهکارهای مورد نظر در این راستا، شامل مدیریت مستقیم و هدفمند این پیشران‌ها، تقویت ارتباط این پیشران‌ها با متغیرهای وابسته، پایش مستمر و انعطاف-پذیری در سیاست‌ها و سرمایه گذاری متمرکز بر آنهاست (بنجومیا-آریاس و همکاران، ۲۰۱۶).

ناحیه سوم: متغیرهای مستقل (تعامل و ارتباطات)

براساس خروجی میک‌مک، پیشران «تعامل و ارتباطات» در ناحیه متغیرهای مستقل قرار گرفت که نشان از اثرگذاری و اثرپذیری نسبتاً پایین آن در مدل ساختاری دارد. با این حال، داده‌های کیفی نشان می‌دهند که این پیشران از نظر محتوایی بسیار غنی است. مضامین سازمان‌دهنده‌ای مانند «مشارکت با ذینفعان و تعامل با جامعه محلی و کشاورزان»، «توسعه ارتباطات و شبکه‌سازی ملی و بین‌المللی» و «اطلاع‌رسانی و گفتمان‌سازی» حاکی از اهمیت این بعد است.

مطالعات نشان می‌دهد که پیشران‌های این ناحیه، تأثیر محدودی بر سایر عوامل دارند و سازمان‌ها می‌توانند به‌صورت مستقل و بدون نیاز به تغییرات گسترده و بدون نگرانی از تأثیرات جانبی بر سایر بخش‌ها، این پیشران‌ها را با اعمال تغییرات بهبود بخشند. از طرفی بهبود این عوامل معمولاً نیازمند سرمایه‌گذاری کلان نیست و می‌تواند به‌عنوان گام‌های اولیه برای آماده‌سازی سازمان مورد استفاده قرار گیرد (سونار و همکاران، ۲۰۲۰).

ناحیه چهارم: متغیرهای وابسته (پژوهش و نوآوری)

این متغیر به شدت تحت تأثیر پیشران‌های راهبردی و موثر بوده و خود نقش اثرگذار مستقیم چندانی بر سایر پیشران‌ها ندارد. این یافته کمی به خوبی با مضامین استخراج شده در مرحله کیفی، از جمله «پیوند آموزش با پژوهش، ترویج و کارآفرینی»، «حمایت از پژوهش‌های نوین و تجاری‌سازی علم» همسو است. پیشران‌های وابسته این ناحیه (پژوهش و نوآوری)، اگر چه به خودی خود قدرت تحول سیستم را ندارند، اما همان‌طور که در یافته‌های کیفی نیز بر آن تأکید شد، از طریق شناسایی و تمرکز بر مسیرهای بازخوردی مثبت و به تبع آن تقویت پیشران‌های تاثیرگذار و همچنین ارتقای هماهنگی‌های بین بخشی، می توانند در سیستم نقش هدایت‌گری قابل توجهی ایفا کنند (بروبنیاک و همکاران، ۲۰۲۵). برای نمونه، مضمون پایه «تولید پایان‌نامه، پروژه، مقاله و داده پژوهشی در حوزه تغییرات اقلیمی» که یکی از پرتکرارترین مضامین کیفی بود، مصداق عینی همین نقش هدایت‌گری و وابسته است که در مدل کمی نیز تأیید شد.

به طور خلاصه، تلفیق یافته‌های کیفی و کمی در این پژوهش، تصویری جامع و پویا از نظام آموزش تغییرات اقلیمی ارائه می‌دهد. داده‌های کیفی (مضامین پایه، سازمان‌دهنده و فراگیر) به خوبی «چرایی» و «چگونگی» جایگاه هر پیشران در مدل ساختاری میک‌مک را توضیح می‌دهند. آنها نشان می‌دهند که «آموزش و تربیت نیروی انسانی» به دلیل نقش محوری و دوطرفه‌اش در کانون سیستم قرار دارد. پیشران‌های مؤثر، عمدتاً ریشه در سیاست‌ها، ساختارها و محتوای کلان دارند. «تعامل و ارتباطات» اگرچه در حال حاضر نقش مستقل دارد، اما پتانسیل تحول‌آفرینی بالایی دارد. و در نهایت، «پژوهش و نوآوری» به عنوان دستاورد نهایی سیستم، وابستگی شدیدی به عملکرد مطلوب سایر پیشران‌ها دارد. این درک تلفیقی، زمینه را برای تدوین راهبردهای جامع و موثر فراهم می‌سازد.

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ارتقای آموزش تغییرات اقلیمی در آموزش عالی کشاورزی ایران، نیازمند یک نگرش سیستماتیک و همه‌جانبه است. تمرکز انحصاری بر یک یا چند پیشران، بدون در نظر گرفتن روابط متقابل و سلسله مراتب اثرگذاری آنها، نمی‌تواند منجر به تحولی پایدار شود. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان آموزشی، با اتخاذ یک راهبرد تلفیقی، همزمان بر توانمندسازی نیروی انسانی به عنوان موتور محرک سیستم، بهبود ساختارهای حکمرانی و کیفی به عنوان بستر سازنده، و تقویت پیوند بین آموزش، پژوهش و جامعه به عنوان خروجی نهایی نظام، متمرکز شوند. این رویکرد یکپارچه، امکان تبدیل تهدیدهای تغییرات اقلیمی به فرصت‌هایی برای توسعه پایدار کشاورزی و تضمین امنیت غذایی را فراهم خواهد آورد. بر این اساس به منظور ساماندهی و ارتقای کیفیت نظام آموزش عالی کشاورزی ایران پیشنهادات عملیاتی زیر به تفکیک حوزه‌ی پیشران‌ها ارائه می‌شود:

توانمندسازی نیروی انسانی آموزش‌دهنده:

برگزاری دوره‌های تخصصی و بازآموزی مستمر برای اعضای هیئت علمی و اساتید در زمینه تغییرات اقلیمی و مهارت‌های تدریس نوین؛

طراحی و ارائه کارگاه‌های عملی و میدانی برای ارتقای مهارت‌های آموزشی و انتقال دانش کاربردی به دانشجویان.

بازنگری و توسعه برنامه‌های درسی:

اصلاح و روزآمدسازی سرفصل‌های درسی با تاکید بر مباحث مرتبط با تغییرات اقلیمی، آینده‌نگری، توسعه پایدار و سازگاری با شرایط محلی؛

ایجاد گرایش‌ها و رشته‌های میان‌رشته‌ای که دانش اقلیمی را با علوم کشاورزی و محیط زیست ترکیب کنند.

تقویت ساختار حکمرانی و سیاست‌گذاری آموزشی:

تدوین سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های حمایتی برای تضمین کیفیت و استمرار آموزش تغییر اقلیم در دانشگاه‌ها؛

ایجاد نهضت پایش و ارزیابی مستمر کیفیت آموزش و دریافت بازخورد از دانشجویان و جامعه هدف برای بهبود مستمر محتوا و روش‌ها.

ارتباط و تعامل با ذینفعان و جامعه:

برقراری همکاری‌های مستمر بین دانشگاه‌ها، کشاورزان، جامعه محلی و سازمان‌های مرتبط برای تطبیق آموزش با نیازهای واقعی و محلی؛

گسترش شبکه‌سازی ملی و بین‌المللی برای تبادل دانش و تجربیات نوین در آموزش اقلیمی.

توسعه پژوهش و نوآوری کاربردی:

حمایت از پژوهش‌های کاربردی و نوین در حوزه آموزش اقلیمی و تشویق به تجاری‌سازی نتایج پژوهش‌ها؛

تشویق به نوآوری در روش‌های تدریس، از جمله استفاده از فناوری‌های نوین مانند واقعیت مجازی، متاورس و هوش مصنوعی.

عدالت و فراگیری آموزشی:

توسعه برنامه‌های خاص برای مناطق محروم و روستاها با رویکرد عدالت آموزشی و تامین زیرساخت‌های لازم برای دسترسی به آموزش؛

ارائه حمایت‌های مالی و تسهیلاتی به دانشجویان محروم برای افزایش فرصت‌های یادگیری.

منبع‌ها

الوندی، هومن .(۱۴۰۰). تحلیل ساختاری اثرات متقابل چالش‌های اجتماعی ایران در رویارویی با آینده شبکه های اجتماعی مجاز. پژوهش های راهبردی امنیت و نظم اجتماعی۲. ۱۲۹-۱۵۳.

بیرجندی، وحید؛ قربانی، سیدعلیرضا وکاوسی، ابراهیم .(۱۳۹۴). بررسی تغییرات اقلیمی و عوامل مؤثر بر آن، دومین کنفرانس بین المللی پژوهش در علوم تکنولوژی، .https://civilica.com/doc/504904

حسینعلی بیکی، غلامرضا؛ اکبرپور نیک قلب رشتی، عباس؛ حسینی، سید عظیم و عباسیان جهرمی، حمیدرضا. (۱۴۰۱). روش شناسی تحلیل مضمون در تعیین سنجه ها و شاخص های حیاتی بودن زیرساخت های شهری مبتنی بر ارزش ذاتی. کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در برنامه ریزی ۴،۷۷-۱۰۰.

دهقانپور، مجتبی؛ یزدان پناه، مسعود؛ فروزانی، معصومه و عبللهٔ زاده، غلامحسین. (۱۳۹۸). اولویت بندی روش های آموزشی ترویجی مورد استفاده در برنامه های سازگاری با تغییر پذیری های اقلیم از دیدگاه کشاورزان و کارشناسان کشاورزی؛ کاربرد روش . PROMETHEE پژوهش مدیریت آموزش کشاورزی .۱۲۶-۱۴۴.

رهسپار، زهره؛ صالحی، کیوان؛ عزتی، میترا؛ ذولفقار زاده کرمانی، محمد مهدی. (۱۳۹۸). شناسایی و تحلیل ساختاری تاثیر متقابل پیشران‌های تغییر در حوزه آموزش وپرورش. نوآوری های آموزشی . ۱۰۱-۱۲۶.

زالی، نادر و اژدری، میلاد .(۱۳۹۵). شناسایی و تحلیل ساختاری پیشران های توسعه استان گیلان با کاربرد روش تحلیل اثرات متقابل، اولین کنفرانس ملی معماری شهرسازی و مهندسی عمران ،قم، https://civilica.com/doc/653331

سلیمانی، الهه .(۱۴۰۲). ضرورت اقدام ملی برای ارتقای سازگاری با تغییرات اقلیمی. دفتر مطالعات زیر بنایی، مسلسل(۱۳۳۰).

طالبیان، حامد؛ مولایی، محمد مهدی؛ قراری، فریما .(۱۳۹۶). تحلیل ساختاری به روش میک مک فازی در آینده نگاری راهبردی (مطالعه موردی آینده پژوهی ایران ۱۳۹۴). آینده پژوهی ایران. ۷۵- ۱۰۴.

عساکره، فاطمه و فرج زاده، زکریا. (۱۴۰۲). سنجش آسیب پذیری استان‌های ایران از تغییرات اقلیمی. فصلنامه علمی -پژوهشی تحقیقات

اقتصاد کشاورزی. ۱۵ (ویژه نامه). ۱۰۶-۸۹.

علی بیگی، امیر حسین و شمشیری، سحر. (۱۳۹۹). عامل های موثر بر دانش و ادراک مروجان کشاورزی کرمانشاه از تغییر اقلیم. پژوهش مدیریت آموزش کشاورزی ، ۱۲(۵۴)، ۶۷-۸۵.

کرمی، شاهو؛ شبیری، سید محمد؛ جعفری، حمیدرضا و نبی بیدهندی، غلامرضا. (۱۳۹۵). طراحی و ارائه مدل کاربردی برای آموزش پیشگیری، کنترل و سازگاری با تغییرات اقلیم در نظام آموزش رسمی کشور. رساله دکتری، دانشگاه پیام نور استان تهران، مرکز پیام نور تهران جنوب.

کریمی اعتماد، فاطمه؛ یعقوبی، جعفر؛ پاپ زن، عبدالحمید. (۱۴۰۱). شناسایی چالش‌ها و مشکلات آموزش عالی کشاورزی با استفاده از نظریه‌ی مبنایی. پژوهش های ترویج و آموزش کشاورزی ۱۵ (۲). ۵۷-۸۴.

کلانتری بنادکی، سیده زهرا؛ عباسی شوازی، محمد جلال و ابویی اردکان، محمد .(۱۴۰۰). شناسایی و تحلیل متغیرهای راهبردی تاثیرگذار بر آینده استان یزد با رویکرد تحلیل ساختاری. آمایش سرزمین ۲. ۵۶۷- ۵۸۶.

محمدی، پروین، قربانی، مهدی، ملکیان، آرش و نظری‌سامانی، علی‌اکبر. (۱۳۹۹). سنجش و تحلیل آسیب‌پذیری اجتماعات محلی در مواجهه با تغییرات اقلیمی (منطقه مورد مطالعه: شهرستان قصرشیرین). تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۲۷(۲). ۲۸۷-۲۹۹.

موسوی، سیدسعید، کاراندیش، فاطمه، و طبری، حسین. (۱۳۹۴). آب و تغییر اقلیم: روند تغییرات مقادیر دما و بارش در منطقه ی سردسیر ایران تحت تأثیر تغییر اقلیم. کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران.

نجات، سیدجعفر و خسروی پور، بهمن (۱۴۰۲). شناسایی مؤلفه‌های موثر آموزش تغییرات اقلیمی در راستای فرهنگ سازی مدیریت خاک، هجدهمین کنگره علوم خاک ایران.

Acevedo, M., Pixley, K., Zinyengere, N., Meng, S., Tufan, H., Cichy, K., & Porciello, J. (2020). A scoping review of adoption of climate-resilient crops by small-scale producers in low-and middle-income countries. Nature plants, 6(10), 1231-1241.

Adiatma, T., & Siamsa, S. (2023). Integrating Education For Sustainable Development (Esd) In Higher Education Institutions To Reduce The Impact Of Climate Change On Agricultural Industries. AGROLAND The Agricultural Sciences Journal (e-Journal), 10(2), 94-102.

Ali, A. (2018). Impact of climate-change risk-coping strategies on livestock productivity and household welfare: empirical evidence from Pakistan. Heliyon, 4(10), e00797.

Allahyari, M. S., Chizari, M., & Mirdamadi, S. M. (2009). Extension-education methods to facilitate learning in sustainable agriculture. Journal of Agriculture & Social Sciences, 5(1-2), 27-30.

Amjath-Babu, T. S., Aggarwal, P. K., & Vermeulen, S. (2019). Climate action for food security in South Asia? Analyzing the role of agriculture in nationally determined contributions to the Paris agreement. Climate Policy, 19(3), 283-298.

Antwi-Agyei, P., & Stringer, L. C. (2021). Improving the effectiveness of agricultural extension services in supporting farmers to adapt to climate change: Insights from northeastern Ghana. Climate Risk Management, 32, 100304.

Arora, A., Jain, J., Gupta, S., & Sharma, A. (2021). Identifying sustainability drivers in higher education through fuzzy AHP. Higher education, skills and work-based learning, 11(4), 823-836.

Aryal, J. P., Sapkota, T. B., Khurana, R., Khatri-Chhetri, A., Rahut, D. B., & Jat, M. L. (2020). Climate change and agriculture in South Asia: Adaptation options in smallholder production systems. Environment, Development and Sustainability, 22(6), 5045-5075.

Attri, R., Dev, N., & Sharma, V. (2013). Interpretive structural modelling (ISM) approach: an overview. Research journal of management sciences, 2319(2), 1171.

Barati, A. A., Azadi, H., Dehghani Pour, M., Lebailly, P., & Qafori, M. (2019). Determining key agricultural strategic factors using AHP-MICMAC. Sustainability, 11(14), 3947.

Benjumea-Arias, M., Castañeda, L., & Valencia-Arias, A. (2016). Structural analysis of strategic variables through micmac use: Case study. Mediterranean Journal of social sciences, 7(4), 11-19.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. Qualitative research in psychology, 3(2), 77-101.

Brubnjak, M., Jugović, A., Sirotić, M., & Kolarić, G. (2025). Strategic Development of Point-to-Point Green Shipping Corridors: A Case Study Using the Interpretive Structural Modelling and Micmac Framework. Scientific Journal of Gdynia Maritime University, (133), 45-69.

Chouhan, G. K., Verma, J. P., Jaiswal, D. K., Mukherjee, A., Singh, S., de Araujo Pereira, A. P., ... & Singh, B. K. (2021). Phytomicrobiome for promoting sustainable agriculture and food security: Opportunities, challenges, and solutions. Microbiological Research, 248, 126763.

Cianconi, P., Betrò, S., & Janiri, L. (2020). The impact of climate change on mental health: a systematic descriptive review. Frontiers in psychiatry, 11, 74.

Dooley, K. E., & Grady Roberts, T. (2020). Agricultural education and extension curriculum innovation: the nexus of climate change, food security, and community resilience. The Journal of Agricultural Education and Extension, 26(1), 1-3.

Esteban Ibanez, M., Musitu Ferrer, D., Amador Munoz, L. V., Claros, F. M., & Olmedo Ruiz, F. J. (2020). University as change manager of attitudes towards environment (The importance of environmental education). Sustainability, 12(11), 4568.

Field, C. B., Barros, V. R., Mastrandrea, M. D., Mach, K. J., Abdrabo, M. K., Adger, N., ... & Yohe, G. W. (2014). Summary for policymakers. In Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 1-32). Cambridge University Press.

Ganpat, W. G., & Ramdwar, M. N. (2021). Issues Challenging Food Security Goals in the Era of Disruptive Change and Opportunities to Revisit Extension Education Strategies. Journal of International Agricultural and Extension Education, 28(1), 24-40.

Gazzaz, N. M., & Aldeseet, B. A. (2021). Assessment of the Level of Knowledge of Climate Change of Undergraduate Science and Agriculture Students. World Journal of Education, 11(5), 41-60.

Gezie, M. (2019). Farmer's response to climate change and variability in Ethiopia: A review. Cogent Food & Agriculture, 5(1), 1613770.

Godet, M. (١٩٩٤). From anticipation to action: A handbook of strategic prospective. (C. Degenhardt, Trans.) Paris: Unesco publishing

Ifeanyi-Obi, C. C., Wigwe, C. C., Etuk, U. R., & Adesope, O. M. (2017). Towards climate change capacity development in universities: climate change training needs of agriculture lecturers in Niger Delta region of Nigeria. Climate change research at universities: addressing the mitigation and adaptation challenges, 321-332.

Jones.C.Kammend.M.2011.Quantifying carbon footprint reduction opportunities.Environ sci technon.No45.p.522.544.

Kuster, E. L., & Fox, G. A. (2017). Current state of climate education in natural and social sciences in the USA. Climatic Change, 141, 613-626.

Kwenin, D.I. (2021). Mitigating Climate Challenges: The Role of Social Studies Education. Journal of Education and Practice.

Mittal, V. K., & Sangwan, K. S. (2014). Prioritizing drivers for green manufacturing: environmental, social and economic perspectives. Procedia Cirp, 15, 135-140.

Modi, R. (2019). The role of agriculture for food security and poverty reduction in sub-Saharan Africa. In The Palgrave handbook of contemporary international political economy (pp. 391-410). Palgrave Macmillan, London.

Molthan-Hill, P., Worsfold, N., Nagy, G. J., Leal Filho, W., & Mifsud, M. (2019). Climate change education for universities: A conceptual framework from an international study. Journal of Cleaner Production, 226, 1092-1101.

Naveed-ur-Rehman, A. M. C., & Rana, F. A. (2022). THE WORLD'S BIGGESt CALAMITY: CLIMATE CHANGE OR WARS. Pakistan Journal of International Affairs, 5(4).

Nguru, W., & Mwongera, C. (2023). Predicting the future climate-related prevalence and distribution of crop pests and diseases affecting major food crops in Zambia. PLOS Climate, 2(1), e0000064.

Omran, A., Khorish, M., & Saleh, M. (2014). Structural analysis with knowledge-based MICMAC approach. International Journal of Computer Applications, 86(5), 39-43.

Plutzer, E., & Hannah, A. L. (2018). Teaching climate change in middle schools and high schools: investigating StEM education's deficit model. Climatic change, 149(3-4), 305-317.

Reimers, F. M. (2021). The role of universities building an ecosystem of climate change education. Education and climate change: The role of Universities, 1-44.

Reimers, F. M. (2021). Education and climate change: The role of universities (p. 201). Springer Nature.

Rony, Z. T., & Heryadi, D. Y. (2024). Agricultural extension: is it still relevant?. Jurnal Studi Komunikasi, 8(1), 072-081.

Ross, H., Rudd, J. A., Skains, R. L., & Horry, R. (2021). How Big Is My Carbon Footprint? Understanding Young People's Engagement with Climate Change Education. Sustainability 2021, 13, 1961.

Schattman, R. E., Kaplan, M., Aitken, H. M., & Helminski, J. (2019). Climate change curricula for adult audiences in agriculture and forestry: A review. Journal of Adult and Continuing Education, 25(1), 131-151.

Sengupta, S. (2023). Climate change, international justice and global order. International Affairs, 99(1), 121-140.

Skendžić, S., Zovko, M., Živković, I. P., Lešić, V., & Lemić, D. (2021). The impact of climate change on agricultural insect pests. Insects, 12(5), 440.

Somsuk, N. (2014). Prioritizing drivers of sustainable competitive advantages in green supply chain management based on fuzzy AHP. Journal of Medical and Bioengineering, 3(4).

Somsuk, N., & Laosirihongthong, T. (2017). Prioritization of applicable drivers for green supply chain management implementation toward sustainability in Thailand. International journal of sustainable development & world ecology, 24(2), 175-191.

Sonar, H., Khanzode, V., & Akarte, M. (2020). Investigating additive manufacturing implementation factors using integrated ISM-MICMAC approach. Rapid Prototyping Journal, 26(10), 1837-1851.

Suguna, M., Sreenivasan, A., Ravi, L., Devarajan, M., Suresh, M., Almazyad, A. S., ... & Mohamed, A. W. (2024). Entrepreneurial education and its role in fostering sustainable communities. Scientific reports, 14(1), 7588.

Szczepankiewicz, E. I., Fazlagić, J., & Loopesko, W. (2021). A conceptual model for developing climate education in sustainability management education system. Sustainability, 13(3), 1241.

Tang, K. H. D. (2022). A model of behavioral climate change education for higher educational institutions. Environmental Advances, 9, 100305.

Tewari, R., Simpson, M., Letot, C., Mehlhorn, J., Foster, D., Musunuru, N., & Parr, B. (2023). Expanding Climate Change Education in Agricultural Communities: Lessons from the US Midsouth. NACTA Journal, 67(1).

Tourani, M., Caglayan, A., Veysel, I. S. I. K., & Saber, R. (2021). The impact of climate change on climatological, meteorological, and hydrological disasters in Iran. Turk Cografya Dergisi, (A.), 116-IV.

Van Nguyen, M. (2023). Drivers of innovation towards sustainable construction: A study in a developing country. Journal of Building Engineering, 80, 107970.

Van Staden, W. (2020). Climate-smart innovation tool: an approach to review the climate responsiveness and innovation practices of the agricultural curricula. South African Journal of Agricultural Extension, 48(1), 42-54.

Venkatram, R. (2021). Role of Agricultural Education in Understanding Climate Change. Role of Education in Combating Climate Change, 79.

Verónica, X. A. A. M. Y., & Pérez, A. C. (2014). Método de análisis estructural: matriz de impactos cruzados multiplicación aplicada a una clasificación (MICMAC).

Wakatsuki, H., Ju, H., Nelson, G. C., Farrell, A. D., Deryng, D., Meza, F., & Hasegawa, T. (2023). Research trends and gaps in climate change impacts and adaptation potentials in major crops. Current Opinion in Environmental Sustainability, 60, 101249.

Wang, H. H., Bhattacharya, D., & Nelson, B. J. (2020). Secondary agriculture teachers' knowledge, beliefs and, teaching practices of climate change. The Journal of Agricultural Education and Extension, 26(1), 5-17.

Zsembeli, J., Kovács, E., Harsányi, E., Balogh, P., Czine, P., Huzsvai, L., ... & Juhász, C. (2024). Effectiveness of higher education in Central European universities towards climate change adaptation in the agricultural sector: A comprehensive survey. Progress in Agricultural Engineering Sciences, 20(1), 271-306.

Drivers of Climate Change Education Development Effective in Optimizing the Management of Iran's Agricultural Higher Education System

Bahman Khosravipour[1], Moslem Savari[2] , Seyyed Jafar Nejat[3]

1- Professor Department of Agricultural Extension & Education, Khuzestan Agricultural Sciences & Natural Resources University. Ahwaz. Iran

2- Associate Professor at Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, . Ahwaz Iran

3- PhD student, Department of Agricultural Extension & Education, Khuzestan Agricultural Sciences & Natural Resources University. Ahwaz. Iran

Abstract

Climate change poses a serious challenge to agricultural sustainability and food security in Iran. The agricultural higher education system plays a crucial role in developing competent human resources capable of adapting to these changes. However, identifying and prioritizing the drivers for developing climate change education within this system has remained a neglected necessity. This study aims to address this gap by identifying and prioritizing the drivers of climate change education development in Iran's agricultural higher education system.The research employed a mixed-methods approach with an applied purpose and exploratory design. In the qualitative phase, data were collected through semi-structured interviews with 11 faculty members specializing in climate change education from Agricultural Sciences and Natural Resources Universities of Khuzestan, Sari, and Gorgan. Thematic analysis of the data yielded 40 basic themes, 23 organizing themes, and 8 overarching themes. In the quantitative phase, the MICMAC structural analysis method was applied, surveying 15 experts in accordance with methodological standards that consider 15-25 participants sufficient for cross-impact matrix formation. Based on the cross-impact matrix output, the eight drivers were analyzed and categorized according to their influence and dependence into four groups: strategic, effective, independent, and dependent. The structural analysis revealed the stability of the climate change education system and identified "Education and Human Resource Development" as the most crucial strategic driver. Effective drivers included "Governance and Institutional Structure," "Continuous Evaluation and Quality Assurance," "Educational Equity," "Educational Content and Curriculum," and "Foresight and Sustainable Development." Additionally, "Interaction and Communication" was classified as an independent variable, while "Research and Innovation" was categorized as a dependent variable.These findings underscore the necessity of adopting a systematic and comprehensive approach that simultaneously focuses on human resource empowerment, improvement of governance and quality structures, and strengthening the connection between education, research, and society. This integrated approach is essential for enabling climate change education to effectively contribute to building agricultural resilience and sustainability.

Index Terms: Climate Change, Climate Change Education, Thematic Analysis, Structural Analysis, Agricultural Higher Education.

Corresponding Author: Bahman Khosravipour

Email: khosravipour@asnrukh.ac.ir

Received: 2025/08/25 **Accepted:** 2025/10/12