

شبیه‌سازی رفتار مصرف انرژی در نظام‌های گلخانه‌ای شهرستان یزد

بیژن ابدی* و منصور شاه‌ولی^۱

(دریافت: ۹۳/۱۰/۱؛ پذیرش: ۹۴/۱۱/۳)

چکیده

نوع تلقی، تعامل، شناخت و ارزش‌گذاری منابع انرژی توسط کشاورزان، چگونگی بهره‌برداری آن‌ها را از این منابع تعیین می‌کند. در این راستا، مطالعه حاضر از نقطه نظر یک پارادایم علمی محیط‌زیستی به شبیه‌سازی رفتار مصرف انرژی در نظام‌های گلخانه‌ای پرداخته است. جمعیت مورد مطالعه تحقیق، کشاورزان تولیدکننده خیار داربستی (سال باغی ۹۲-۹۱) در شهرستان یزد بودند (تعداد ۲۰۷۶ بهره‌بردار) که حجم نمونه پژوهش با فرمول کوکران تعیین گردید و با نمونه‌گیری طبقه‌ای متناسب، ۳۲۲ واحد آنان انتخاب و پیمایش شدند. از نظریه‌های بوم‌شناسی انسانی و رفتار هدف‌محور نیز برای تبیین تعاملات گلخانه‌داران با محیط فناوری استفاده شد. همچنین، برای تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده با ابزار پرسشنامه، از نرم‌افزار SPSS12 استفاده شد که نتایج آمار توصیفی این نرم‌افزار ورودی نرم‌افزار نت لوگو Netlogo5.0.1 را برای انجام آزمایش‌های شبیه‌سازی عامل محور و نمایش چگونگی تعامل گلخانه‌داران با محیط فناوری تشکیل دادند. روایی صوری پرسشنامه نیز با نظرات متخصصان ترویج و آموزش کشاورزی و جامعه‌شناسی تعیین و میزان پایایی شاخص‌های آن با روش آلفای کرونباخ در دامنه ۰/۷۶ تا ۰/۹۵ تعیین گردید. یافته‌های شبیه‌سازی نشان داد که با دستکاری و تغییر سازه‌های پیش‌بینی رفتار مصرف انرژی نظیر "پارادایم محیط‌زیستی"، "مشوق‌های تغییر نگرش و رفتار مصرف انرژی" و "نگرش پیرامون تأثیرات طرح هدفمندی یارانه انرژی"، ۱۵ درصد در میزان مصرف برق صرفه‌جویی می‌گردد. همچنین، با تغییر میزان پارامتر "عمر" وسایل و تجهیزات گلخانه‌ای، صرفه‌جویی در گلخانه‌ها به میزان ۵۷ تا ۷۷ درصد خواهد رسید. در نهایت، در راستای بهینه شدن مصرف انرژی در نظام‌های گلخانه‌ای، راهکارهای بنیادی و کاربردی پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: شبیه‌سازی، رفتار مصرف انرژی، ترویج کشاورزی.

^۱ - به ترتیب، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه و استاد بخش ترویج و آموزش کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

*- مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: abadi@maragheh.ac.ir

متغیرها) در سطوح فردی، سازمان تولید و منطقه‌ای می‌پردازد، با تکنیک شبیه‌سازی به بازتولید الگوی رفتار مصرف انرژی می‌پردازد. در واقع، زیربنای نظری مطالعه حاضر، بکارگیری این تکنیک را الزامی می‌سازد زیرا الگوی رفتار مصرف انرژی نتیجه تعامل گلخانه‌داران با محیط فناوری است. در این راستا، روش‌های معمول جهت حفاظت منابع انرژی بیشتر بر بهبود فناوری و عملیات تأکید دارند (Carrico & Riemer, 2011)، در حالی که بر نشانه‌های اجتماعی، فرهنگی و شناختی نیز باید تأکید شود (Raberg, 1997). یکی از این نشانه‌ها تأثیر باورهای پارادایمی بهره‌برداران بخش کشاورزی است که نوع تلقی، تعامل، شناخت و ارزش‌گذاری منابع انرژی و چگونگی بهره‌برداری آن‌ها را از این منابع تعیین می‌کند. در واقع، پارادایم‌ها اساس باورهای افراد هستند (Guba & Lincoln, 1994) که آن‌ها از این طریق به ادراک، شناخت و تفسیر اشیاء پیرامون خود می‌پردازند (Terry, 2000). لذا، باورهای پارادایمی، رفتار مصرف منابع انرژی در کشاورزان را شکل می‌دهند. به همین دلیل، با مرور پیشینه نگاشته‌ها و سیر تکاملی دیدگاه‌های انسان پیرامون طبیعت و منابع انرژی، ویژگی‌های پارادایم‌های اثبات‌گرایی، پسااثبات‌گرایی، انتقادی، ساخت‌گرایی و مشارکتی بررسی شده و یک پارادایم علمی جدید محیط‌زیستی تعریف شد. پژوهش حاضر از تکنیک شبیه‌سازی عامل‌محور برای بازنمایی تعاملات گلخانه‌داران با محیط فناوری استفاده نموده است. شبیه‌سازی، بازتولید رفتار پویای یک پدیده واقعی است که از الگوی سازه‌های ذهنی و ساده‌شده واقعیت پیروی می‌کند (Doniec et al., 2008) و در یک محیط مجازی به بازآفرینی یک نظام می‌پردازد؛ در حالی که در تحلیل آماری تنها روابط ویژگی پدیده‌ها بررسی می‌شود (Richetin et al., 2010). اهداف اختصاصی پژوهش حاضر عبارتند از: ۱) بررسی تفاوت نظام‌های گلخانه‌ای از نظر میزان مصرف انرژی؛ ۲) بررسی تأثیر سازه‌های شناختی، اجتماعی و اقتصادی مؤثر بر نیت رفتار مصرف انرژی؛ و ۳) بررسی تأثیر سازه‌های شناختی، ساختاری، اجتماعی، اقتصادی و آموزشی مؤثر بر الگوی مصرف انرژی در نظام‌های گلخانه‌ای.

هدف از شبیه‌سازی رفتار مصرف انرژی در گلخانه‌داران، تعیین میزان مصرف انرژی‌های مختلف در گروه‌های متنوع با ویژگی‌ها، زمینه‌های مختلف و همچنین دفعات استفاده

انرژی در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها نقش کلیدی دارد (Mostafaeipour, 2010; Pereira et al., 2008) و در بخش کشاورزی از نقطه نظر تولید و فراوری محصول و دستیابی به ارزش افزوده لازم، اهمیت خاصی دارا است. بنابراین، بکارگیری بهینه نهاده‌های کشاورزی (Moraditochae, 2012; Mohammadi & Omid, 2010) برای تولید منطقی و حفاظت منابع محیط‌زیست از ارکان و اصول کشاورزی پایدار می‌باشد. در این راستا، دیدگاه‌های جدیدی در بهره‌برداری کارا و پایدار منابع انرژی در قالب کشاورزی پایدار که دید بلندمدت و کل‌نگری پیرامون مصرف این منابع دارد، شکل گرفته است (عربیون و همکاران، ۱۳۸۸؛ رنجبر و کرمی، ۱۳۹۲). بخش کشاورزی ایران یک الگوی پرفشار در مصرف انرژی به حساب می‌آید که متأثر از پیامدهای مصرف بی‌رویه و ناپایدار نهاده‌های بیرونی و منابع انرژی است (Pishgar-Komleh et al., 2011). در واقع، میزان انرژی مصرفی در تولید، فراوری و توزیع محصولات کشاورزی ایران بطور قابل توجهی بالا است (Mohammadi & Omid, 2010) که تهدیدات سلامت انسان و محیط‌زیست را به دنبال دارد و از این نظر مصرف نهاده‌ها مطابق با اصول تولیدات کشاورزی پایدار یک ضرورت تلقی می‌شود (Samavatean et al., 2011; Pishgar-Komleh et al., 2011).

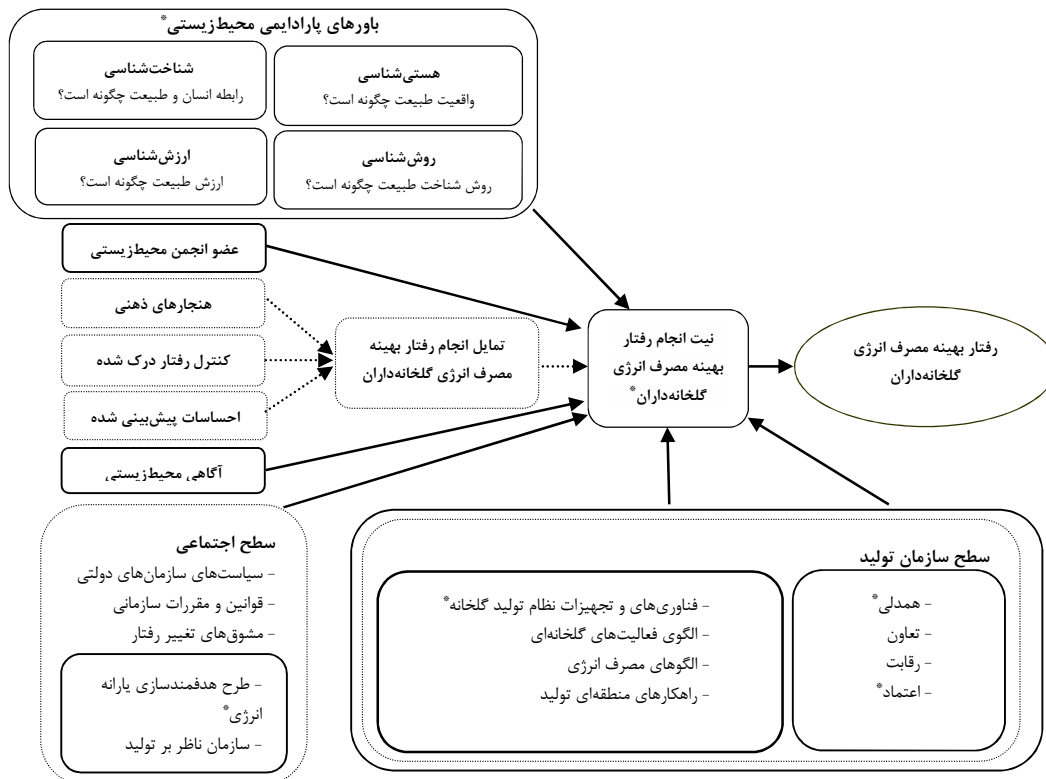
شهرستان یزد با ۱۰۳۷/۷۴ هکتار سطح زیر کشت تولیدات گلخانه‌ای و با میزان تولید ۳۰۰۴۳۶ تن در جایگاه سوم تولیدات خیار گلخانه‌ای در ایران قرار دارد (سازمان جهاد کشاورزی استان یزد، ۱۳۹۰؛ معاونت برنامه‌ریزی استانداری یزد، ۱۳۸۹). اگرچه این شهرستان از نظر تولید محصولات گلخانه‌ای جایگاه مناسبی در کشور دارد، ولی مصرف غیربهینه نهاده‌ها و انرژی در سطوح فردی و سازمان تولید گلخانه‌های این شهرستان دیده می‌شود. برای مثال، مصرف زیاد سوخت در گلخانه‌ها به دلیل طراحی نامناسب آن‌ها (عباسی سریزدی، ۱۳۹۱)، دانش فنی پایین و نگرش غیر محیط‌زیستی گلخانه‌داران در بکارگیری نهاده‌ها، این پرسش را مطرح می‌سازد که چرا گلخانه‌داران در این شهرستان منابع انرژی را به شکل بهینه مصرف نمی‌نمایند؟ برای پاسخ به این پرسش، مطالعه حاضر با بکارگیری نظریه بوم‌شناسی انسانی که به بررسی تعامل انسان و محیط (نه بررسی روابط علی بین

خرده‌مالک استفاده شد زیرا گلخانه‌داران مختلف الگوهای مصرف انرژی متفاوتی دارند. مطالعات و نظریات در قالب پارادایم‌های محیط‌زیستی به‌طور عام (شاه‌ولی و همکاران، ۱۳۸۶؛ شاه‌ولی، ۱۳۹۲) و مصرف انرژی به‌طور خاص (ابدی، ۱۳۹۲) نشان می‌دهند که ماهیت باورها پیرامون طبیعت، چگونگی و روش شناخت و ارزش‌گذاری آن، عامل مهمی در شکل‌گیری رفتار با طبیعت و منابع انرژی هستند. به همین دلیل، باورهای هستی‌شناسی، شناخت‌شناسی، روش‌شناسی و ارزش‌شناسی کشاورزان در قالب یک پارادایم علمی بررسی شدند. هستی‌شناسی یعنی ماهیت واقعیت چیست و در این مطالعه، واقعیت ساخته شده توسط کشاورز پیرامون منابع انرژی چیست؟ شناخت‌شناسی یعنی ماهیت رابطه فرد شناسنده و واقعیت و اینکه در این مطالعه ماهیت رابطه کشاورزان با منابع انرژی چگونه است؟ روش‌شناسی نیز به معنی روش شناخت واقعیت و در مطالعه حاضر به این پرسش پاسخ می‌دهد که روش شناخت کشاورزان از منابع انرژی چگونه است؟ و بالاخره ارزش‌شناسی به ماهیت ارزش‌ها می‌پردازد و در این مطالعه چه ارزش‌هایی برای حفظ طبیعت ارجحیت دارند؟ از عوامل اجتماعی و اقتصادی حاکم بر کشور طرح هدفمندی یارانه انرژی است که می‌تواند در تغییر الگوی مصرف انرژی مؤثر باشد. برای مثال، حذف یارانه کود و افزایش قیمت آن توسط دولت، کشاورزان را به جستجوی روش اثربخش‌تر مصرف آن ناگزیر می‌سازد (Maya, 2002) که به کاهش هزینه‌ها منجر می‌شود. همچنین، همدلی و اعتماد بر رفتار مصرف انرژی آن‌ها مؤثرند. برای مثال، همدلی ابزار و محرک توانمندی برای تغییر رفتار مصرف انرژی است (Wees, 2010; Takahashi & Kakino, 2012) و اعتماد بخش اصلی و مهم شکل‌گیری مسئولیت در افراد در قبال مصرف انرژی می‌باشد (Ricci et al., 2010). از سوی دیگر، راهکارها و مشوق‌های مختلف نظیر مالیات‌گذاری، تشویق اقتصادی مبتنی بر پاداش (Linden et al., 2006)، اشکال مختلف بازخورد (Feedback)، صورتحساب‌های اطلاع‌دهنده (Bonino et al., 2012)، بکارگیری تجهیزات انرژی‌اندوز (Abrahamse et al., 2005) و آموزش و اطلاع‌رسانی (Wood & Newborough, 2003) می‌توانند بر رفتار انرژی تأثیرگذار باشند.

از وسایل و فناوری‌های موجود در گلخانه است. انرژی‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر انرژی الکتروسیسته، کود و سموم کشاورزی (Beheshti Tabar et al., 2010; Ghasemi Mobtaker et al., 2010) را شامل می‌شوند. دلیل انتخاب این دسته از انرژی‌ها تأثیرات محیط‌زیستی آن‌ها مانند تخریب و آلودگی و تمرکز تحقیق حاضر بر مطالعه رفتار سوء مصرف و یا مصرف بیش‌ازحد این انرژی‌ها در بخش کشاورزی است. از سوی دیگر، تبیین رفتار مصرف انرژی نیازمند بنیان نظری است. نگاره ۱ چارچوب مفهومی عوامل مؤثر بر رفتار مصرف بهینه انرژی گلخانه‌داران را نشان می‌دهد که از دو نظریه بوم‌شناسی انسانی و نظریه رفتار هدف محور برای تبیین رفتار پایدار مصرف انرژی گلخانه‌داران استفاده گردید. بر اساس نظریه رفتار هدف محور (Goal-Based Theory (GBT))، ابتدا نیت رفتاری که از تمایل به انجام آن شکل می‌گیرد، مورد توجه است زیرا تمایل به انجام یک رفتار، انعکاسی از نگرش، هنجارهای ذهنی، کنترل رفتار درک شده و احساسات پیش‌بینی شده فرد است که غیرمستقیم بر نیت او تأثیر می‌گذارد. هسته اصلی این نظریه از پروجینی و همکارانش (Perugini & colleagues) اقتباس شده است (Richetin et al., 2010).

مطابق الگوی بوم‌شناسی انسانی (Robinson, 2004) در پژوهش حاضر در سطح درون فردی ویژگی‌هایی نظیر نیت انجام رفتار بهینه مصرف انرژی و باورهای پارادایمی گلخانه‌داران، در سطح سازمان تولید فرایندهای بین فردی نظیر همدلی و اعتماد و عمر فناوری‌ها و تجهیزات گلخانه‌ای و در سطح اجتماعی مشوق‌های تغییر رفتار مصرف انرژی و تأثیرات طرح هدفمندی یارانه انرژی بررسی شدند (سازه‌های ستاره‌دار در چارچوب نظری).

جدول ۱ متغیرها و عوامل دخیل در شبیه‌سازی رفتار مصرف انرژی گلخانه‌داران را نشان می‌دهد. از آنجا که سازه‌های متعدد فردی، اجتماعی، اقتصادی و ساختاری (Stephenson et al., 2010) می‌توانند بر رفتار مصرف انرژی در گلخانه‌ها تأثیرگذار باشند و همین‌طور برای پیشگیری از پیچیده شدن الگوی شبیه‌سازی، با توجه به شرایط خاص اجتماعی و اقتصادی حاکم بر نظام‌های گلخانه‌ای مورد مطالعه به‌گزینش متغیرها و عوامل اصلی پرداخته شد. از متغیر سطح زیر کشت بعنوان معیاری برای طبقه‌بندی گلخانه‌داران بزرگ‌مالک، متوسط و



نگاره ۱- چارچوب مفهومی عوامل تأثیرگذار بر رفتار مصرف انرژی در نمونه مورد مطالعه

روش پژوهش

مطالعه حاضر به دلیل ارائه پارادایم نوین محیط‌زیستی یک تحقیق بنیادی و به دلیل بررسی رفتار مصرف انرژی به‌منظور اصلاح آن با نظریات مورد استفاده، یک تحقیق کاربردی و از نظر نحوه گردآوری داده‌ها، میزان نظارت و درجه کنترل متغیرها و قابلیت تعمیم نتایج یک تحقیق پیمایشی است. جمعیت مورد مطالعه، تمامی گلخانه‌داران سبزی‌کار (تعداد ۲۰۷۶ بهره‌بردار) شهرستان یزد است (سازمان جهاد کشاورزی استان یزد، ۱۳۹۰) که محصول عمده تولیدی آن‌ها خیار گلخانه‌ای است. از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای تصادفی است که برای تعیین حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شد (فرمول ۱).

متغیر مورد مطالعه و d : تفاضل نسبت واقعی صفت در جامعه با میزان تخمین پژوهشگر برای وجود آن صفت در جامعه است (حافظ نیا، ۱۳۸۸). برای محاسبه تفاضل نسبت واقعی صفت در جامعه آماری با میزان تخمینی آن (d)، نمونه‌ای با حجم ۳۲ گلخانه‌دار از جامعه‌ای مشابه جامعه آماری تحقیق انتخاب شد که میزان واریانس متغیر مورد مطالعه (عملکرد محصول در ۱۰۰۰ مترمربع) در این نمونه برابر ۳/۱۵ محاسبه شد که از فرمول (۲) مشخص گردید. لازم به ذکر است که به‌منظور افزایش دقت و صحت نتایج، ضریب d تا ۰/۱۷ تعدیل گردید.

$$d = t \frac{s}{\sqrt{n_1}} = 1.96 \times \frac{1.77}{\sqrt{32}} = 0.61$$

فرمول (۲)

با توجه به موارد مذکور حجم نمونه مطابق ذیل مشخص شد:

$$n = \frac{2076 \times (1.96 \times 1.77)^2}{2076 \times (0.17)^2 + (1.96 \times 1.77)^2} \approx 336$$

پس از تخمین حجم نمونه، متناسب با تعداد بهره‌برداران در هر طبقه، درصدی از حجم نمونه به آن‌ها اختصاص یافت. با

$$n = \frac{Nt^2s^2}{Nd^2 + t^2s^2}$$

فرمول (۱)

در این فرمول n : حجم نمونه؛ N : حجم جامعه مورد مطالعه؛ t : ضریب اطمینان (مقدار آماره t با فرض دوسویه بودن آزمون و در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ است)؛ s^2 : واریانس

توجه به فهرست گلخانه‌داران، تعداد نمونه‌ها برای هر طبقه (دهستان) به روش طبقه‌ای متناسب محاسبه گردید و با احتساب ۵ درصد ریزش پرسشنامه، نهایتاً ۳۲۲ پرسشنامه تکمیل شد. در تحقیق حاضر ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مصاحبه ساختارمند، مشاهده، مستندسازی و پرسشنامه بوده است. ابزار پرسشنامه از سؤالات باز و بسته تشکیل شد که سؤالات باز به داده‌های حقایق (نوع و تعداد وسایل گرمایشی و سرمایشی، تعداد روزهای مورد استفاده از وسایل، ساعات کارکرد، مقدار مصرف برق و غیره) و سؤالات بسته به داده‌های نگرش‌سنجی مربوط می‌شدند. برای اطمینان از روایی پرسشنامه، گروهی از متخصصان بخش ترویج و آموزش کشاورزی و بخش جامعه‌شناسی و برنامه‌ریزی دانشگاه شیراز آن را بازبینی نمودند و نظرات اصلاحی خود را پیشنهاد دادند. به‌منظور تعیین پایایی شاخص‌های تحقیق و اصلاح پرسشنامه نیز یک مطالعه راهنما انجام شد و میزان پایایی آن‌ها با روش آلفای کرونباخ در دامنه ۰/۷۶ تا ۰/۹۵ تعیین گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS12 استفاده شد که نتایج آمار توصیفی این نرم‌افزار، ورودی‌های نرم‌افزار نت لوگو (Netlogo 5.0.1) را برای انجام آزمایش‌های شبیه‌سازی عامل محور تشکیل دادند. لازم به ذکر است که پارادایم مورد مطالعه بر اساس مفاهیم تولیدگرایی-حفاظت‌گرایی تعدیل‌شده، گذشته‌نگری-آینده‌نگری، تعدیل‌گرایی علمی-دینی، چند گرایی ذهنیت-ارزش‌گرایی، تعلق‌گرایی طبیعتی، خداگرایی، ارزش ذاتی طبیعت، روش‌شناسی مشارکتی، جهان‌شمولی، رهایی اجتماعی-تقرب الهی، معیار ارزش‌خداایی و انسان مسئول تعریف شد که برای سنجش آن از ۱۶ گویه در یک طیف ۵ امتیازی شامل خیلی مخالفم، مخالفم، بی‌نظرم، موافقم و خیلی موافقم استفاده گردید. در مورد این متغیر، علاوه بر نگرش‌سنجی پیرامون گویه‌ها، از گلخانه‌داران خواسته شد تا نظر خود را پیرامون میزان توجه و رعایت افراد جامعه نسبت به گویه‌ها به‌صورت درصد بیان نمایند (وزن درصدی). طبق فرمول (۳) نمره پارادایم، مجموع حاصل‌ضرب نگرش فرد و میزان وزن درصدی آن است. این روش، اعتبار مفهومی سازه الگو را افزایش می‌دهد.

$$T = \sum_{i=1}^{16} \theta \times \omega \quad \text{: فرمول (۳)}$$

در این فرمول T : نمره کل شاخص پارادایم؛ θ : ارزش گویه پارادایم محیط‌زیستی و ω : وزن معادل مربوط به گویه‌های شاخص پارادایم است.

در رابطه با شبیه‌سازی رفتار مصرف انرژی گلخانه‌داران، نقطه شروع شبیه‌سازی توجه به یک مسأله یا پدیده‌ای است که

قرار است شبیه‌سازی شود (Sokolowski & Banks, 2009). درواقع، سؤالی وجود دارد که پژوهش برای کشف پاسخی برای آن تدوین می‌یابد. در پژوهش حاضر سؤال موردنظر این است که چرا گلخانه‌داران رفتار بهینه مصرف انرژی ندارند و چگونه می‌توان آن را شبیه‌سازی (بازنمایی) کرد؟ لذا، پژوهشگر به تعریف هدف شبیه‌سازی و مشاهده آن برای فراهم نمودن عوامل و شرایط اولیه الگو می‌پردازد (Gilbert & Troitzsch, 2005). مرحله بعد، تدوین الگوی مفهومی است که شکلی از بازنمایی ریاضی، منطقی و کلامی مسأله است که با اجرای نوع رایانه‌ای آن، الگوی رایانه‌ای خوانده می‌شود. الگوی مفهومی و رایانه‌ای به ترتیب از طریق مرحله تجزیه و تحلیل، الگوسازی و برنامه‌نویسی کامپیوتری و اجرا شکل می‌گیرند. لذا، در این مطالعه با استفاده از الگوی نظری پژوهش (پارادایم، نیت، همدلی، اعتماد، راهکارهای تغییر نگرش و رفتار مصرف انرژی، نگرش نسبت به طرح هدفمندی یارانه انرژی)، عمر تجهیزات گلخانه‌ای، نحوه تصمیم‌گیری مصرف انرژی توسط گلخانه‌داران و نوع گلخانه‌ها (کوچک و متوسط مقیاس، بزرگ‌مقیاس شخصی و بزرگ‌مقیاس بنگاهی)، اقدام به برنامه‌نویسی رفتار مصرف انرژی گلخانه‌داران شد که نهایتاً میزان مصرف هفتگی و ماهانه برق در یک دوره کشت نمایش داده می‌شود. محیط الگو نیز شامل قطعات مربع شکل (Patches) رنگی است که نماینده وسایل مصرف‌کننده انرژی با مختصات x و y است که با هر دفعه مراجعه گلخانه‌دار به آن‌ها میزان برق مصرف‌شده را اندازه‌گیری می‌کنند. لذا، گلخانه‌دار بر اساس میزان بکارگیری ادوات و تجهیزات مصرف‌کننده انرژی و مدت زمان کارکرد آن‌ها انرژی را مصرف می‌کند. مرحله آزمایش به اجرای آزمایش الگوی رایانه‌ای اختصاص دارد و استنتاج‌هایی پیرامون مسأله تحقیق را شکل می‌دهد (Sargent, 2000). بنابراین، در این مرحله به اجرای مدل رایانه‌ای و تغییر و دست‌کاری میزان پارامترهای الگو با استفاده از دکمه‌های لغزنده پرداخته شد تا میزان بهینه مصرف انرژی حاصل شود. مطابق نظر روبینسون (Robinson, 2004)، این مرحله به تحلیل گزاره "چه می‌شود، اگر" می‌پردازد که به معنای تغییر درونداهای الگو، اجرای الگو، استنتاج نتایج و یادگیری جدید از آن‌هاست. تأیید (Verification) و اعتبارسنجی (Validation)، مراحل مهم شبیه‌سازی هستند به‌طوری‌که با آزمون الگو، نواقص الگوی مفهومی یا الگوی شبیه‌سازی‌شده مشخص می‌گردد (Parnell et al., 2010). بنابراین، مطابق با الگوی برنامه‌نویسی شده، به گلخانه‌دار مجازی در برنامه نت‌لوگو اعلان می‌شود که مطابق با اطلاعات میدانی گلخانه‌داران مورد مطالعه، به مصرف انواع انرژی در شرایط طبیعی بپردازد و تجهیزات گلخانه‌ای را برحسب موقعیت

مورد استفاده قرار گرفت. در زمان اجرای اولیه الگو، نتایج حد واسط برای اطمینان از وجود خطا در برنامه نشان داده شدند. بعلاوه، نرم‌افزار نت لوگو در صورت خطای برنامه‌نویسی به‌طور خودکار خطاها را مشخص می‌نماید. همین‌طور قسمتی از کدنویسی بر این دلالت داشت که در صورت وجود میزان مصرف انرژی با ارزش صفر، تغییر رنگ مربعات زمینه الگوی شبیه‌سازی اتفاق بیفتد که این کار نیز صورت گرفت. برای کالیبره نمودن الگو از نظر میزان مصرف برق، در مطالعه پیمایشی میزان کل برق مصرفی از گلخانه‌داران پرسیده شد تا دامنه آن با توجه به نوع نظام گلخانه‌ای مشخص شود. میزان برق مصرفی الگوی شبیه‌سازی با توجه به این دامنه کالیبره شد؛ به طوری که عدد شبیه‌سازی شده مرتبط با مصرف برق برای یک دوره کشت باید تقریباً نزدیک و درون دامنه مورد نظر قرار گیرد.

عوامل مؤثر بر نیت رفتار مصرف انرژی با استفاده از الگوی رگرسیون خطی بررسی شد که سه متغیر "پارادایم محیط‌زیستی"، "نگرش پیرامون تأثیر طرح هدفمندسازی یارانه انرژی" و "راهکارهای تغییر رفتار و نگرش مصرف انرژی" به‌عنوان پیش‌بین نیت رفتار مصرف انرژی در نظام‌های گلخانه‌ای شناخته شدند. این متغیرها ۵۵ درصد تغییرات را در متغیر وابسته پیش‌بینی می‌نمایند. برای اطمینان از وجود اثر همخطی بین متغیرهای مستقل نیز از شاخص عامل تورم واریانس استفاده شد که مقادیر کمتر از ۱۰ نشان‌دهنده نبود این اثر می‌باشد (جدول ۴).

تفاوت نظام‌های تولید گلخانه‌ای از نظر مصرف انرژی

آزمایش اول نشان داد که نظام‌های تولید گلخانه‌ای از نظر رفتار مصرف برق به ازای ۱۰۰۰ مترمربع گلخانه تفاوت دارند. طبق این آزمایش، نظام تولید گلخانه‌ای کوچک مقیاس ۲۷۸۱/۵۲ کیلووات ساعت و نظام‌های تولید گلخانه‌ای متوسط مقیاس ۴۶۵۱/۹۷ کیلووات ساعت، بزرگ مقیاس شخصی ۸۰۹۲/۵۰ کیلووات ساعت و بزرگ مقیاس بنگاهی ۱۲۲۳۴/۱۱ کیلووات ساعت در ۱۰۰۰ مترمربع برق مصرف می‌کنند. لذا، نظام‌های تولید بزرگ مقیاس شخصی و نظام تولید بنگاهی بیشتر از نظام تولید گلخانه‌ای کوچک و متوسط مقیاس در ۱۰۰۰ مترمربع گلخانه برق مصرف می‌کنند. به علاوه، برای اطمینان از تفاوت مصرف برق در نظام‌های تولید گلخانه‌ای از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده شد و نتیجه نشان داد که نظام‌های تولید گلخانه‌ای از نظر میزان مصرف انرژی برق نیز اختلاف معناداری دارند ($F=26/36$ ؛ $Sig=0/001$) (جدول ۵).

زمانی دوره کشت بکار گیرد و اقدامات تغذیه، گرمایش، سرمایش، روشنایی، تهویه و نیاز مراقبتی را انجام دهد. با توجه به این که برنامه کشت مشخص می‌کند که در هر هفته چه نوع انرژی استفاده شود، عامل به مصرف آن‌ها اقدام می‌کند و در عدم نیاز، از بکار بردن آن‌ها صرف نظر می‌نماید. بنابراین، بسته به زمان مورد نظر و نوع نیاز به انرژی‌ها، انرژی مصرفی متفاوت خواهد بود. هر مرحله زمانی به شکل هفتگی در نظر گرفته می‌شود (هر تیک الگو، یک مقیاس زمانی یک‌ساعتی را نشان می‌دهد) و الگوی شبیه‌سازی تعداد ماه و سال را محاسبه می‌کند.

یافته‌ها و بحث

گروه‌بندی نظام‌های تولید گلخانه‌ای بر اساس ویژگی‌های ساختاری

یکی از مراحل انجام شبیه‌سازی عامل محور گروه‌بندی عامل‌ها می‌باشد (Kagaya, 2005). مطالعه نشان می‌دهد که سطح کشت در نظام‌های کشاورزی معیار مناسب برای گروه‌بندی کشاورزان است (Karami, 2006). جدول ۲ گروه‌بندی گلخانه‌داران را بر اساس سطح کشت نظام گلخانه‌ای نشان می‌دهد.

گلخانه‌های کوچک مقیاس ۲۹/۱۹ درصد نظام‌های تولید گلخانه‌ای را شامل می‌شوند. مساحت آن‌ها کمتر از ۱۸۰۰ مترمربع است و نوع سازمان تولید آن‌ها شخصی است. گروه دوم، گلخانه‌داران متوسط مقیاس با سازمان تولید شخصی هستند. گروه سوم نیز نوعی سازمان تولید شخصی دارند و میانگین مساحت گلخانه آن‌ها ۶۱۷۲/۰۲ مترمربع است. گروه چهارم با سازمان تولید بنگاهی، دارای میانگین مساحت گلخانه ۶۹۶۱/۵۴ مترمربع هستند. برای اطمینان از تفاوت نظام‌های تولید گلخانه‌ای با توجه به سطح کشت، آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه انجام شد. جدول ۳ نشان می‌دهد که نظام‌های تولید گلخانه‌ای از نظر میزان سطح کشت ($F=37/07$ ؛ $Sig=0/001$) از نظر آماری اختلاف معناداری دارند.

نتایج اجرای الگوی شبیه‌سازی

سناریوها و فرضیات تحقیق برای یک سال زراعی آزمایش شدند. پارامترهای مشاهده‌شده در هر بار اجرای الگوی رایانه‌ای، میزان مصرف کل و دفعات کاربرد وسایل و تجهیزات مصرف‌کننده انرژی برق را در سطح نظام تولید گلخانه نشان می‌دهند. برای کالیبره نمودن الگو و اعتبارسنجی آن، دوره زمانی شبیه‌سازی سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۲ در نظر گرفته شد و خروجی سال ۱۳۹۲ به‌عنوان ورودی برای تحلیل سناریو

جدول ۱- متغیرها و عوامل برای شبیه‌سازی رفتار مصرف انرژی گلخانه‌داران مورد مطالعه

ویژگی یا متغیر	دامنه	کارکرد
مقادیر اجرا کردن (غیرقابل تغییر)		
سطح عامل‌ها (گلخانه‌داران)		
سطح زیر کشت	کوچک‌تر از مقداری مانند الف مقداری بین الف تا ب بزرگ‌تر از مقداری مانند ب	گلخانه‌داران را از هم متمایز می‌کند
اقدامات		
تغذیه	فهرست رفتارهای انتخابی	مقدار و دفعات استفاده از کود را مشخص می‌کند
گرمایش/سرمایش	فهرست رفتارهای انتخابی	انرژی مصرفی = نوع و تعداد وسایل گرمایشی/ سرمایشی × تعداد روزهای مورد استفاده × ساعات کارکرد × مقدار مصرف برق در یک ساعت
روشنایی	فهرست رفتارهای انتخابی	انرژی مصرفی = توان لامپ × تعداد لامپ‌ها × تعداد روزهای مورد استفاده × ساعات روشن بودن × مقدار مصرف برق در یک ساعت
تهویه	فهرست رفتارهای انتخابی	انرژی مصرفی = تعداد وسایل تهویه × تعداد روزهای مورد استفاده × ساعات کارکرد × مقدار مصرف برق در یک ساعت
نیاز مراقبتی	فهرست رفتارهای انتخابی	دفعات سم‌پاشی × مقدار سم مورد استفاده
نیت رفتار مصرف انرژی	بین صفر تا ۵	احتمال نیت انجام رفتار بهینه را نشان می‌دهد
سطح واحد تولید گلخانه		
همدلی (خود را به جای مصرف‌کننده گذاشتن)	بین صفر تا ۵	نیت رفتار مصرف انرژی را تعیین می‌کند
اعتماد (انتظار و توقع تکیه بر عهد و گفتار دیگران)	بین صفر تا ۵	نیت رفتار مصرف انرژی را تعیین می‌کند
پارادایم محیط‌زیستی	بین صفر تا ۵	نیت رفتار مصرف انرژی را تعیین می‌کند
نگرش نسبت به طرح هدفمندی یارانه‌های انرژی	بین صفر تا ۵	نیت رفتار مصرف انرژی را تعیین می‌کند
شرایط و مشوق‌های تغییر رفتار متغیرهای وضعیتی (تغییرپذیر)	بین صفر تا ۵	نیت رفتار مصرف انرژی را تعیین می‌کند
سطح عامل‌ها (گلخانه‌داران)		
کار کنونی	تغذیه گرمایش و سرمایش روشنایی تهویه نیاز مراقبتی	برحسب نیاز گیاه به یکی از اقدامات انجام می‌شود
نقشه کاری (پلان)	یکی از انتخاب‌های رفتاری در میان فهرست مربوط	اقدام جاری فرد گلخانه‌دار برای رفع نیاز محصول، هر یک از لیست‌های موردنظر ۱۰۰ آیتم (نقشه کاری) دارد که عامل (گلخانه‌دار) یکی را از لیست موردنظر انتخاب می‌کند
سطح واحد تولید گلخانه		
کل انرژی الکتریسیته	کیلووات ساعت	عدد معادل است با مقدار کل برق مصرفی
کل انرژی کود و سم	کیلوگرم یا لیتر	عدد معادل است با مقدار کل کود و سم مصرفی

شبهه‌سازی رفتار مصرف انرژی در نظام‌های گلخانه‌ای شهرستان یزد

جدول ۲- گروه‌بندی گلخانه‌داران بر اساس ویژگی‌های ساختاری نظام تولید گلخانه

نوع نظام گلخانه	تعداد	درصد	سازمان تولید الف
کوچک‌مقیاس (کمتر از ۱۸۰۰ مترمربع)	۹۴	۲۹/۱۹	شخصی
متوسط‌مقیاس (۱۸۰۰ تا ۲۷۰۰ مترمربع)	۹۸	۳۰/۴۳	شخصی
بزرگ‌مقیاس (بالای ۲۷۰۰ مترمربع)	۹۱	۲۸/۲۶	شخصی
	۳۹	۱۲/۱۲	بنگاهی/تعاونی تولید

الف: نظام تولید شخصی بر مدیریت شخصی و نظام تولید بنگاهی بر مدیریت تعاونی یا شرکتی نظام تولید گلخانه دلالت دارد.

جدول ۳- آزمون تحلیل واریانس برای مقایسه میانگین مساحت گلخانه‌ها

نظام‌های تولید گلخانه‌ای	تعداد	مساحت گلخانه (مترمربع)	انحراف معیار	میزان F	سطح معنی‌داری
شخصی کمتر از ۱۸۰۰	۹۴	۱۲۹۱/۲۹ ^a	۲۵۹/۷۲	۳۷/۰۷*	۰/۰۰۱
شخصی ۱۸۰۰ تا ۲۷۰۰	۹۸	۲۱۷۶/۷۱ ^b	۲۵۰/۴۳		
شخصی بالاتر از ۲۷۰۰	۹۱	۶۱۷۲/۰۲ ^c	۶۸۴۰/۳۹		
بنگاهی بالاتر از ۲۷۰۰	۳۹	۶۹۶۱/۵۴ ^d	۴۴۶۵/۵۰		

* در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار است

جدول ۴- مدل رگرسیون خطی عوامل پیش‌بین نیت رفتاری مصرف انرژی

متغیر پیش‌بین	ضریب B	خطای استاندارد	B	T	عامل تورم واریانس (VIF)	سطح معناداری
عدد ثابت	۲/۰۴	۰/۲۲		۹/۲۰	۳/۷۵	۰/۰۰۱
پارادایم محیط‌زیستی	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۲۴	۲/۷۰	۲/۳۸	۰/۰۰۱
پارادایم غیر محیط‌زیستی	۰/۰۰۴	۰/۰۴	-۰/۰۳	۰/۰۹	۳/۰۸	۰/۹۳
تأثیرات طرح هدفمندی یارانه انرژی	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۱۸	۲/۴۴	۶/۰۶	۰/۰۲
راهکارهای تغییر نگرش-رفتار مصرف انرژی	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۴۷	۳/۱۴	۳/۴۶	۰/۰۰۲
همدلی	۰/۰۰۴	۰/۰۴	-۰/۰۰۲	۰/۰۹	۳/۰۸	۰/۹۳
اعتماد	۰/۰۰۵	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۶	۴/۹۸	۰/۷۸
R= ۰/۷۴ R ² = ۰/۵۴ R ² _{Adjusted} =۰/۵۵ *F=۴۷/۷۹ Sig: ۰/۰۰۱						

متغیر وابسته نیت رفتار مصرف انرژی است

* در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار است

جدول ۵- آزمون تحلیل واریانس برای مقایسه میانگین مصرف برق در نظام‌های گلخانه‌ای

متغیر	تعداد	انرژی برق الف	انحراف معیار	میزان F	سطح معنی‌داری
شخصی کمتر از ۱۸۰۰	۹۴	۴۵۵۰/۷۶ ^a	۶۵۴/۷۲	۲۶/۳۶*	۰/۰۰۱
شخصی بین ۱۸۰۰ تا ۲۷۰۰	۹۸	۴۸۹۴/۴۱ ^a	۶۰۰/۹۳		
شخصی بالاتر از ۲۷۰۰	۹۱	۹۷۶۶/۹۵ ^b	۹۱۷۶/۳۲		
بنگاهی بالاتر از ۲۷۰۰	۳۹	۱۱۰۵۸/۷۷ ^b	۶۷۶۱/۸۲		

* در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار است

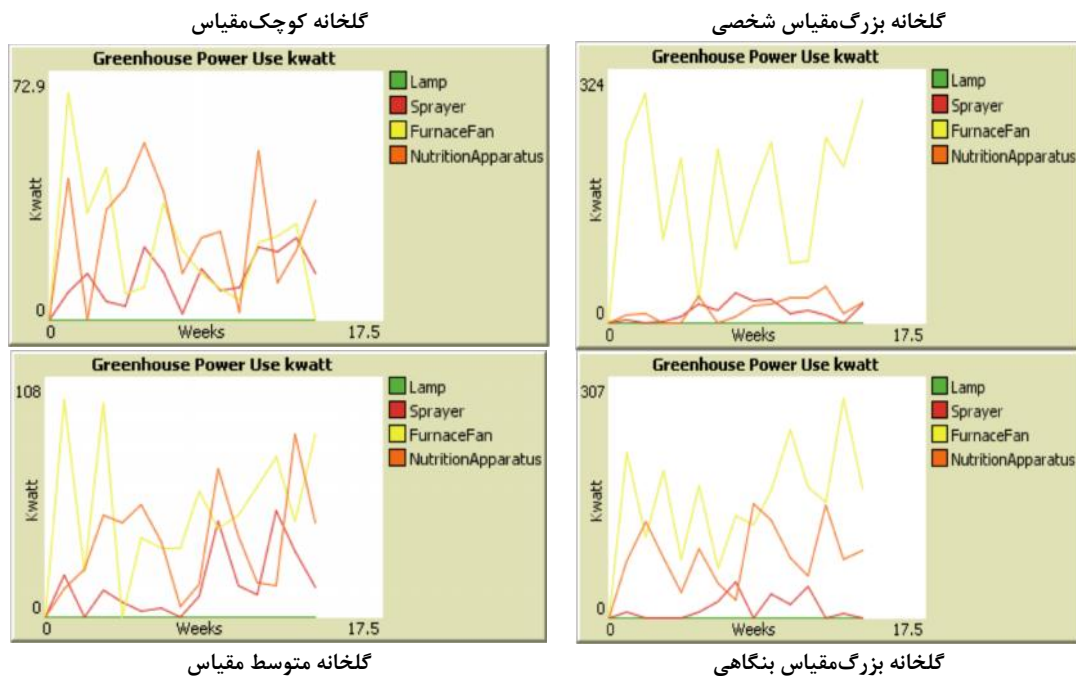
ab حروف غیرمشابه بر وجود تفاوت معنادار دلالت دارد

شبیه‌سازی رفتار مصرف انرژی در نظام‌های گلخانه‌ای شهرستان یزد

و "طول زمان" کم‌کاربرد آن‌ها میزان انرژی برق مصرفی در طول دوره کشت ناچیز می‌باشد.

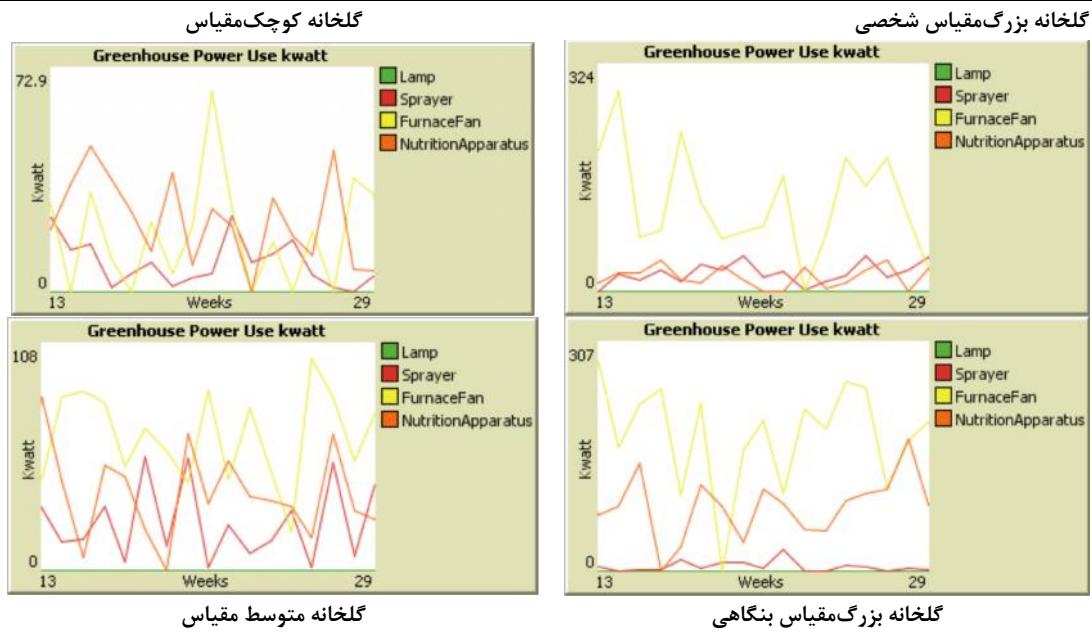
اگرچه بیشترین برق مصرفی توسط فن بخاری، دستگاه تغذیه و سم‌پاش در تمام نظام‌های تولید گلخانه‌ای وضعیت تقریباً مشابهی دارند؛ ولی تعداد تجهیزات و میزان مصرفی آن‌ها در ساعت متفاوت است. در واقع، این بخش از شبیه‌سازی نشان می‌دهد که بیشتر برق توسط کدام تجهیزات گلخانه‌ای و برای چه اقدامی مصرف می‌شوند. لذا، فناوری‌ها به یک‌شکل و میزان انرژی را متناسب با کاری که انجام می‌دهند، مصرف نمی‌کنند. درواقع، تفاوت کیفیت تجهیزات مصرف‌کننده انرژی، می‌تواند مصرف انرژی را کاهش یا افزایش دهد.

نمودارهای ۱، ۲ و ۳، نوسانات مصرف برق را در ۱۵ هفته اول، دوم و سوم کشت گلخانه‌ای نشان می‌دهند. مطابق این نگاره‌ها، بیشترین برق مصرفی به عملیات انتقال هوای گرم به درون محیط گلخانه توسط فن بخاری، عملیات تغذیه محصول توسط دستگاه تغذیه و عملیات مراقبت توسط سم‌پاش مربوط می‌شود. به عبارت دیگر، بیشترین برق مصرفی برای راه‌اندازی فن‌های بخاری در مقایسه با روشنایی لامپ‌ها و پمپاژ آب و مواد مغذی توسط الکتروپمپ و کاربرد سموم برای مراقبت محصول مصرف می‌شود. همین‌طور، کمترین برق مصرفی نیز توسط لامپ‌ها می‌باشد که به دلیل "دفعات"

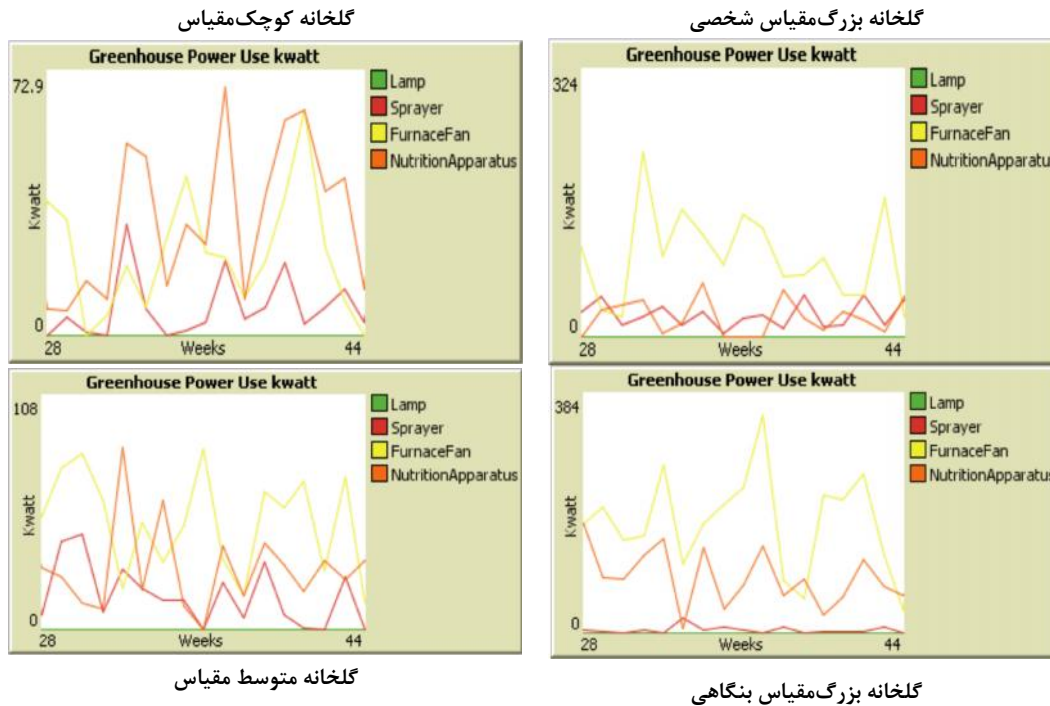


نمودار ۱- نوسانات مصرف برق در ۱۵ هفته اول کشت گلخانه‌ای در چهار نظام تولید گلخانه‌ای

شبیه‌سازی رفتار مصرف انرژی در نظام‌های گلخانه‌ای شهرستان یزد



نمودار ۲- نوسانات مصرف برق در ۱۵ هفته دوم کشت گلخانه‌ای در چهار نظام تولید گلخانه‌ای



نمودار ۳- نوسانات مصرف برق در ۱۵ هفته سوم کشت گلخانه‌ای در چهار نظام تولید گلخانه‌ای

است که اطلاعاتی پیرامون این که کدام رفتار، مصرف غیر بهینه انرژی را منجر می‌شود، وجود ندارد (Steg & Vlek, 2009). به‌طور کلی، گلخانه‌های بزرگ مقیاس شخصی و بنگاهی بیش از گلخانه‌های کوچک و متوسط مقیاس شخصی برق مصرف می‌کنند. طبق نتایج شبیه‌سازی در

از مهم‌ترین فواید نمودارهای مصرف انرژی در هفته‌های مختلف این است که بیشترین مصرفی توسط تجهیزات مختلف برای انجام عملیات مختلف را نشان می‌دهند و بر این اساس می‌توان توصیه‌های لازم را ارائه داد. یکی از چالش‌های آموزش مصرف بهینه انرژی این

مطالعات تاکاهاشی و کاکینو (Takahashi & Kakino, 2012) و ویس (Wees, 2010) متناقض است. در سطح فردی و منطقه‌ای، با اعمال تغییر پارادایم محیط‌زیستی، راهکارهای تغییر رفتار و نگرش نسبت به مصرف انرژی و طرح هدفمندسازی یارانه انرژی به‌عنوان متغیرهای پیش‌بین نیت رفتار مصرف انرژی تغییرات زیر مشاهده گردید: میزان برق مصرفی در ۱۰۰۰ مترمربع گلخانه از ۲۹۱۸/۳۳ به ۲۴۵۴/۱۵ کیلووات ساعت کاهش یافت. بیشترین دفعات کاربرد تجهیزات مصرف‌کننده برق برای سم‌پاش (۲/۵۸ دفعه در هفته) و دستگاه تغذیه (۲/۴۷ دفعه در هفته) مربوط می‌شود. لذا، با مداخله متغیرهای پیش‌بین نیت رفتاری، دفعات کاربرد سم‌پاش از ۲/۵۸ به ۱/۴۹ و دستگاه تغذیه از ۲/۴۷ به ۱/۶۲ دفعه در هفته کاهش یافت. همچنین، با افزایش میزان متغیرهای پیش‌بین نیت رفتاری، کاهش بیشتر در میزان مصرفی ایجاد نشد زیرا به غیر از عوامل انسانی نظیر نگرش‌ها و ارزش‌ها، هنجارهای شناختی و اجتماعی (Lingyun et al., 2011; Paço et al., 2010) و تأثیرات فرهنگی (National Energy Board, 2009)، عوامل فنی و فناوری نیز بر مصرف انرژی مؤثرند. نکته قابل توجه این‌که بیشترین تعدد کاربرد سم‌پاش برای انجام عملیات مراقبت از محصول مربوط می‌شود. در این راستا، نتایج مشاهدات محقق از فضای درون و محیط پیرامون گلخانه‌ها عدم رعایت نکات بهداشتی محیط درون و اطراف گلخانه‌ها را نشان می‌دهد. درواقع، تجمع بقایای محصول دوره‌های قبل و تخلیه زباله‌های شهری در اطراف فضای گلخانه‌ها، شرایط مناسب زمستان‌گذرانی را برای آفات و هجوم گسترده آن‌ها به گلخانه‌ها ایجاد می‌کنند که بر تعدد کاربرد آفت‌کش‌ها توسط گلخانه‌داران می‌افزاید و این خود منجر به مصرف بیشتر برق می‌شود.

سه نمودار فوق، فن بخاری و دستگاه تغذیه، بیش از تجهیزات دیگر برق مصرف می‌کنند. به همین دلیل به بررسی ویژگی‌های آن‌ها پرداخته شد که در جدول ۶ آمده است. طبق این جدول، تفاوت معنادار بین تعداد فن بخاری در ۱۰۰۰ مترمربع، ($F = 28/72$; $Sig = 0/001$) در نظام‌های گلخانه‌ای وجود دارد؛ درحالی‌که میزان معنی‌دار نیست ($F = 1/67$; $Sig = 0/17$). لذا، نظام گلخانه بنگاهی با ۱۳/۸۴ تعداد فن بخاری در ۱۰۰۰ مترمربع بیشترین تعداد آن را بکار می‌برد. بعلاوه، تفاوت معنی‌دار تعداد الکتروپمپ در ۱۰۰۰ مترمربع ($Sig = 0/001$) در بین انواع نظام گلخانه‌ای وجود دارد؛ درحالی‌که میزان مصرف برق آن در ساعت در نظام‌های گلخانه‌ای معنی‌دار نیست ($F = 1/26$; $Sig = 0/28$). نظام گلخانه بنگاهی با ۲/۰۲ تعداد الکتروپمپ در ۱۰۰۰ مترمربع، بیشترین تعداد آن را استفاده می‌نمایند.

آزمون حساسیت الگو

در این بخش به تغییر و دست‌کاری پارامترهای الگوی شبیه‌سازی برای مشاهده تغییرات الگوی رفتار مصرف گلخانه‌داران در نظام‌های تولید گلخانه‌ای پرداخته می‌شود (آزمون حساسیت الگو) زیرا برای کاهش مصرف انرژی برق در نظام‌های تولید گلخانه‌ای باید به دنبال روش‌های کارا بود که هدف تحقیق حاضر است.

نظام گلخانه‌ای کوچک مقیاس

نظام تولید گلخانه‌ای کوچک مقیاس کمترین میزان برق مصرفی را دارا است. در اولین آزمایش، با افزایش ارزش پارامترها به میزان ۰/۵ واحد به مشاهده تأثیر نیت رفتاری گلخانه‌داران در مصرف انرژی پرداخته شد. در نظام‌های تولید گلخانه‌ای کوچک مقیاس با افزایش مقادیر پارامترهای بین فردی همدلی و اعتماد، تغییری در الگوی رفتار مصرف انرژی ایجاد نمی‌شود که با یافته‌های

جدول ۶- آزمون تحلیل واریانس برای مقایسه ویژگی‌های تجهیزات مصرف‌کننده برق

ویژگی تجهیزات نظام‌های گلخانه‌ای	تعداد	مقدار پارامتر الف	انحراف معیار	میزان F	سطح معنی‌داری
شخصی کمتر از ۱۸۰۰	۹۴	۳/۶۳ ^a	۱/۲۶	۲۸/۷۲*	۰/۰۰۱
شخصی ۱۸۰۰ تا ۲۷۰۰	۹۸	۶/۰۴ ^b	۱۹/۸۸		
شخصی بالاتر از ۲۷۰۰	۹۱	۱۲/۴۵ ^c	۱۳/۴۳		
بنگاهی بالاتر از ۲۷۰۰	۳۹	۱۳/۸۲ ^d	۹/۱۰		
شخصی کمتر از ۱۸۰۰	۹۴	۴/۰۱	۰/۰۸	۱/۶۷	۰/۱۷
شخصی ۱۸۰۰ تا ۲۷۰۰	۹۸	۴	۰/۰۱		
شخصی بالاتر از ۲۷۰۰	۹۱	۴/۰۳	۰/۳۱		
بنگاهی بالاتر از ۲۷۰۰	۳۹	۴/۱۵	۰/۹۶		
شخصی کمتر از ۱۸۰۰	۹۴	۳ ^a	۰/۰۱	۱۱۸/۵۱*	۰/۰۰۱
شخصی ۱۸۰۰ تا ۲۷۰۰	۹۸	۱/۰۰ ^a	۰/۱۰		
شخصی بالاتر از ۲۷۰۰	۹۱	۱/۸۱ ^b	۰/۶۴		
بنگاهی بالاتر از ۲۷۰۰	۳۹	۲/۰۳ ^c	۰/۶۲		
شخصی کمتر از ۱۸۰۰	۹۴	۲/۲	۰/۰۱	۱/۲۶	۰/۲۸
شخصی ۱۸۰۰ تا ۲۷۰۰	۹۸	۲/۲	۰/۰۸		
شخصی بالاتر از ۲۷۰۰	۹۱	۲/۲	۰/۰۱		
بنگاهی بالاتر از ۲۷۰۰	۳۹	۲/۳	۰/۱۲		

الف: در ۱۰۰۰ مترمربع گلخانه محاسبه شده است.

* در سطح ۰/۰۰۱ معنی دار است.

نظام تولید گلخانه‌ای متوسط مقیاس

نتایج انجام آزمایش‌های الگوی شبیه‌سازی در سطوح مختلف برای این گروه از نظام‌های گلخانه‌ای به شرح زیر است: در سطح روابط بین فردی، با افزایش مقادیر پارامترهای بین فردی همدلی و اعتماد تغییری در الگوی رفتار مصرف انرژی ایجاد نمی‌شود. دلیل این موضوع به نوع انرژی می‌تواند مرتبط باشد. برای مثال، با توجه به اثرات مستقیم و عینی‌تر مصرف کودها و سموم شیمیایی و آگاهی گلخانه‌داران از خطرات بیشتر این انرژی‌ها نسبت به انرژی الکتریسیته، آن‌ها احساس مسئولیت و همدلی بیشتری نسبت به این انرژی‌ها دارند. در سطح فردی و منطقه‌ای، آزمایش‌های نشان می‌دهد که تغییر پارامترهای پیش‌بین نیت رفتاری در این نظام گلخانه‌ای تأثیر قابل توجهی بر الگوی مصرف انرژی آن‌ها ندارد. با تغییر پارامتر عمر وسایل گلخانه‌ای از ۸/۹۲ به ۲ سال به سرعت مصرف برق از ۳۱۱۰/۱۱ کیلووات ساعت به ۶۹۷/۳۳ کیلووات ساعت کاهش می‌یابد. بنابراین، در این گلخانه‌ها اصلاح الگوی رفتار مصرف از طریق اصلاح تجهیزات و فناوری‌ها نتیجه بهتری نسبت به اصلاح الگوهای باوری و ارزشی

ارائه می‌دهد که با یافته‌های مطالعات آبراهامس و همکاران (Abrahamse et al., 2005) و ویلیس و همکاران (Willis et al., 2010) سازگار است. در واقع، توسعه فناوری‌های نمایشی و هشداردهنده بر رفتارها و عکس‌العمل‌های پیرامون حفاظت انرژی تأثیر می‌گذارد (Willis et al., 2010).

نظام تولید گلخانه‌ای بزرگ مقیاس شخصی

با افزایش مقدار پارامترهای بین فردی همدلی و اعتماد، تغییری در الگوی مصرف انرژی ایجاد نمی‌شود. در سطح فردی و منطقه‌ای با تغییر پارامتر عمر وسایل گلخانه‌ای از ۸/۹۲ سال در این نظام به ۶ سال و کاهش میزان مصرف برق در واحد ساعت به اندازه یک سوم میزان پیشین، الگو با ثابت نگه داشتن دفعات کاربرد تجهیزات مصرف‌کننده برق به سرعت میزان مصرف برق را از ۶۹۷۴/۶ به ۲۳۴۵/۷۲ کیلووات ساعت کاهش می‌دهد. بنابراین، در این نوع گلخانه‌ها اصلاح الگوی رفتار مصرف انرژی برق از طریق اصلاح و نوسازی تجهیزات و فناوری نتیجه بهتری نسبت به اصلاح الگوهای باوری و ارزشی ارائه می‌دهد.

نظام تولید گلخانه‌ای بزرگ‌مقیاس بنگاهی

در سطح بین فردی، با افزایش مقدار پارامترهای بین فردی همدلی و اعتماد، تغییری در الگوی مصرف انرژی ایجاد نمی‌شود. در سطح فردی و منطقه‌ای، در ارتباط با تغییر میزان مصرف انرژی برق با مداخله این نوع پارامترها، نتایج آزمایش نشان می‌دهد که تأثیر این متغیرها بر الگوی رفتار مصرف آن چندان قابل‌ملاحظه نمی‌باشد. در عوض، با تغییر پارامتر عمر وسایل گلخانه‌ای از ۸/۹۲ سال در نظام تولید گلخانه‌ای بزرگ‌مقیاس به نصف این میزان و کاهش میزان مصرف برق در واحد ساعت به اندازه یک‌سوم میزان پیشین، الگو با ثابت نگه‌داشتن دفعات کاربرد تجهیزات مصرف‌کننده برق به سرعت میزان مصرف برق را از ۶۹۷۴/۶ کیلووات به ۲۹۶۰/۰۲ کیلووات ساعت کاهش می‌دهد. نکته قابل‌توجه این است که این واحدهای تولید همانند نظام تولید گلخانه‌ای بزرگ‌مقیاس شخصی، با تغییرات کاهشی کمتر پارامتر عمر وسایل گلخانه‌ای و میزان مصرف انرژی برق در واحد ساعت الگوی مصرف انرژی برق را به سرعت تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ درحالی‌که در نظام‌های تولید گلخانه‌ای کوچک و متوسط مقیاس با تغییرات کاهشی بیشتر پارامتر عمر وسایل گلخانه‌ای، الگوی بهینه مصرف انرژی حاصل می‌شود. لذا، در این نوع نظام‌های تولید نیز اصلاح الگوی رفتار مصرف انرژی برق از طریق اصلاح تجهیزات و فناوری، نتیجه بهتری نسبت به اصلاح الگوهای باوری و ارزشی ارائه می‌دهد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تلفیق سه پارامتر اصلاح پارادایم، ارائه راهکارهای تغییر رفتار و نگرش گلخانه‌داران و طرح هدفمندی یارانه انرژی که مستقیماً بر نیت رفتاری و به‌طور غیرمستقیم بر مصرف انرژی مؤثرند، را باید بکار گرفت زیرا بهترین نتیجه بهینه‌سازی مصرف انرژی را در گلخانه‌داران مورد مطالعه به همراه خواهد داشت. لذا، در بهبود مصرف انرژی به محتوا و مفاهیم این سه عنصر باید توجه نمود. با توجه به اجزاء پارادایم برای مثال:

- سیاست‌های آموزشی بخش کشاورزی باید به‌طور هم‌زمان تولید و حفاظت محیط‌زیست را شامل شوند. همین‌طور سیاست‌های گذشته بخش کشاورزی بر نحوه تصمیم‌گیری پیرامون وضعیت حال و آینده این بخش به‌ویژه وضعیت مصرف انرژی آن تأثیرگذارند. لذا، با برنامه‌ریزی دقیق می‌توان سیاست‌های اجرایی گذشته بخش کشاورزی را بررسی نمود و از ابعاد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و محیط‌زیستی، نتایج مثبت و منفی آن‌ها را ارزیابی کرد.

- برای بازتاب نیازها، واقعیات، تنگناها و تدوین راهکارهای بهبود تولید و مصرف بهینه منابع، نمایندگان بهره‌برداران در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های محلی و منطقه‌ای، باید برای بازتاب واقعیت‌ها مشارکت داشته باشند.

- در بهره‌برداری منابع انرژی ابتدا باید "اصل جداناپذیری طبیعت از محل زندگی و تولید کشاورزان" را در محتوای آموزش‌های محیط‌زیستی و ترویج کشاورزی لحاظ نمود تا به کشاورزان آموخت که در انجام فعالیت‌های تولید "نباید حدود مزرعه را بین مزرعه خویش و محیط پیرامون تلقی کنند" و از طرف دیگر، برای تحقق مصرف پایدار انرژی به نکات بهداشت محیط‌های درون (نظیر پاک‌سازی محیط داخل گلخانه از بقایای محصول سال پیش) و محیط‌های بیرون گلخانه توجه نمایند.

- در این راستا، آموزش‌های دینی و اخلاقی نظیر خدامحوری باید در شرایط مختلف زمانی و مکانی، امور زندگی فردی و اجتماعی کشاورزان را تحت تأثیر قرار دهند.

- در مدیریت کارای بهره‌برداری از منابع انرژی و حل بحران آن‌ها، می‌توان روش‌های مشارکتی، تشویقی، نظرخواهی و گفتگو را بکار گرفت. به همین دلیل، لازم است تا کارشناسان جهاد کشاورزی، بهره‌برداران را در محل گلخانه آنان ملاقات نمایند و همان‌گونه که کشاورز دستاوردها و توصیه‌های علمی را فرامی‌گیرد و در عمل بکار می‌برد، کارشناسان نیز از دیدگاه‌های آنان تجربه‌آموزی نمایند.

- برای مدیریت بهتر منابع انرژی، به‌کارگیری فناوری‌های بهبودیافته باید با آموزه‌های دینی نظیر انسان "امانت‌دار و نه مالک منابع انرژی"، "خودشناسی و شناخت ماهیت واقعی انسان و منابع انرژی"، "انسان مسئول نسبت به حفظ منابع انرژی" و "ارزش ذاتی- معنوی طبیعت به‌عنوان منشأ تمام انرژی‌ها" اصلاح شوند. بنابراین، تعدیل و اصلاح دستاوردهای علمی در بخش کشاورزی با علوم دینی نقشه‌ی بهتری برای حل بحران‌های ناشی از مصرف بی‌رویه منابع انرژی فراهم می‌کند. آموزه‌های حفاظتی باید بهره‌برداران را به "ارزش ذاتی" منابع انرژی واقف سازند.

- از ویژگی‌های ساختاری مؤثر بر مصرف انرژی، "میزان انرژی مصرفی در ساعت" و "عمر" تجهیزات گلخانه‌ای است. با توجه به تأثیر "عمر" این تجهیزات در مصرف انرژی، برای خرید و نوسازی تجهیزات گلخانه‌ای، سیاست‌های حمایتی نظیر اعطای تسهیلات کم‌بهره و یارانه بهره تسهیلات بانکی از

شبیه‌سازی رفتار مصرف انرژی در نظام‌های گلخانه‌ای شهرستان یزد

نقدی نظیر پرداخت وام به گلخانه‌داران صرفه‌جو و تسهیلات غیر نقدی نظیر ارائه خدمات رایگان به برخی از آنان، انگیزه صرفه‌جویی در دیگر گلخانه‌داران را ایجاد خواهد نمود.

- اگرچه طرح هدفمندی یارانه انرژی، افزایش اختلاف طبقاتی بین کشاورزان خرده‌پا و بزرگ مالک را منجر می‌شود؛ ولی می‌تواند کارایی مصرف انرژی در نظام‌های تولیدات گلخانه‌ای را نیز بهبود بخشد. لذا، سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌ها برای کاهش اختلاف طبقاتی گلخانه‌داران خرده‌پا و بزرگ مالک، باید "دسترسی کشاورزان مختلف به نهاده‌های تولید"، "توجه به نیازهای کلیه گلخانه‌داران"، "برنامه‌ریزی غیرمتمرکز برای مشارکت تمام گلخانه‌داران برای بهینه‌سازی مصرف انرژی" و "متعادل‌سازی ارائه تسهیلات بهره‌برداری از منابع انرژی به گلخانه‌داران" را در سطح منطقه شامل شود.

- سازه‌های بین فردی همدلی و اعتماد اجتماعی از نظر آماری بر رفتار مصرف انرژی آنان تأثیر ندارند. ولی در عمل آن‌ها نقش مهمی بر بهبود الگوی مصرف انرژی دارند. همدلی عامل مؤثر بر رفتار مصرف‌کننده است. لذا، پژوهش‌های بیشتری لازم است تا تأثیر این دو متغیر بر روند مصرف انرژی در بخش کشاورزی بررسی شوند.

طریق همکاری بانک‌ها به‌ویژه بانک کشاورزی، کمک‌کننده خواهد بود.

- برای انجام عملیات مراقبت از محصول، بیشترین دفعات کاربرد تجهیزات مصرف‌کننده "برق" به دستگاه‌های سم‌پاش مربوط می‌شود. درواقع، عدم رعایت نکات بهداشتی، مجزا سازی نکردن کامل فضای گلخانه با پوشش‌های مناسب، تعبیه نکردن درب‌های مناسب ورود به گلخانه‌ها، جمع‌آوری نکردن بقایای محصول دوره‌های قبل و زباله‌های شهری در اطراف فضای گلخانه‌ها شرایط زمستان گذرانی آفات را فراهم آورده و همچنین هجوم آن‌ها به گلخانه‌ها را منجر می‌شود. به همین دلیل، طراحی دوره‌های آموزشی با محتوای آشناسازی گلخانه‌داران با پیامدهای رعایت نشدن این نکات بهداشتی و لزوم ارائه راه‌حل برای هر یک از این نکات ضروری است.

- ایجاد تعهدات در گلخانه‌داران برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی، ارائه پاداش‌های نقدی و غیرنقدی برای گلخانه‌داران صرفه‌جو؛ ارائه آموزش‌های فنی و مدیریتی تولید و آگاه‌سازی گلخانه‌داران از وضعیت بحران منابع انرژی در کشور از راهکارهای پیشنهادی در سطح منطقه مورد مطالعه برای مصرف بهینه انرژی هستند. همچنین، تخصیص تسهیلات

منابع

- ابدی، ب. (۱۳۹۲). شبیه‌سازی رفتار مصرف انرژی بر اساس پارادایم محیط‌زیستی ترویج کشاورزی، رساله دکتری، بخش ترویج و آموزش کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.
- رنجبر، ز. و کرمی، ع. (۱۳۹۲). برنامه‌های آموزشی- ترویجی و رابطه آن با میزان پایداری نظام‌های زراعی مورد مطالعه: گندم‌کاران شهرستان کرمانشاه. *مجله علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران*، دوره نهم، شماره یکم، صص ۱۴-۱.
- سازمان جهاد کشاورزی استان یزد. (۱۳۹۰). *آمار تولیدات گلخانه‌های سبزی و صیفی استان یزد در سال ۱۳۹۰*، گزارش منتشر نشده.
- شاه‌ولی، م. (۱۳۹۲). تبیین پارادایم نظام متعالیه نوآوری برای تحقق پایداری. دومین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت: مفاهیم، مبانی و ارکان پیشرفت، اردیبهشت ۱۳۹۲، کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران، تهران. صص ۲۱-۱.
- شاه‌ولی، م.، کشاورز، م.، و شریف‌زاده، م. (۱۳۸۶). پارادایم اخلاقی- فلسفی متعالی در پژوهش‌های بحران‌های محیط‌زیستی، *اخلاق در علوم و فناوری*، دوره دوم، شماره سوم و چهارم، صص ۴۴-۳۱.
- عابدی سروستانی، ا. (۱۳۸۶). تبیین نظریه اخلاق محیطی دانشجویان و استادان دانشگاه شیراز با نظریه رویه‌ها (Facet Theory). پایان‌نامه دکتری دانشگاه شیراز.
- عباسی سریزدی، ا. (۱۳۹۱). بهینه‌سازی مصرف سوخت در گلخانه‌های خیار درختی استان یزد. قابل دسترسی در سایت اینترنتی: <<http://rooyesh-abbasi.blogfa.com/post/9>>
- عریبون، ا.، کلانتری، خ.، اسدی، ع.، و شعبانعلی فمی، ح. (۱۳۸۸). *سنجش سطح پایداری نظام کشت گندم در استان فارس و تعیین عوامل مؤثر بر آن*، *مجله علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران*، دوره پنجم، شماره دوم، صص ۲۸-۱۷.

- معاونت برنامه‌ریزی استانداری یزد. (۱۳۸۹). استان یزد در یک نگاه به همراه فرصت‌های پیش‌رو. قابل دسترسی در سایت اینترنتی <http://www.ostanyazd.ir/c/document_library/get_file?folderId=351&name=DLFE-1136.pdf>
- Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C., and Rothengatter, T. (2005). A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Environmental Psychology*, 25, 273–291.
- Beheshti Tabar, I., Keyhani, A.R., and Rafiee, S. (2010). Energy balance in Iran's agronomy (1990–2006). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 849–855.
- Bonino, D., Corno, F., and De Russis, L. (2012). Home energy consumption feedback: A user survey. *Energy and Buildings*, 47, 383–393.
- Carrico, A.R., and Riemer, M. (2011). Motivating energy conservation in the workplace: An evaluation of the use of group-level feedback and peer education. *Journal of Environmental Psychology*, 31, 1–13.
- Doniec, A., Mandiau, R., Piechowiak, S., and Espié, S. (2008). A behavioral multi-agent model for road traffic simulation. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 21, 1443–1454.
- Ghasemi Mobtaker, H., Keyhani, A., Mohammadi, A., Rafiee, S., and Akram, A. (2010). Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran agriculture. *Ecosystems and Environment*, 137, 367–372.
- Gilbert, N., and Troitzsch, K.G. (2005). Simulation for social scientists. Glasgow, Open University Press. PP. 295.
- Guba, E.G., and Lincoln, Y.S. (1994). *Competing paradigms in qualitative research*. In N. Denzin, and Y.S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*, Sage.
- Hitchcock, G. (1993). An Integrated framework for energy use and behaviour in the domestic sector. *Energy and buildings*, 20, 151–157.
- Kagaya, S., Uchida, K., Hagiwara, T., and Negishi, A. (2005). An application of multi-agent simulation to traffic behaviour for evacuation in earthquake disaster. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 4224 – 4236.
- Karami, E. (2006). Appropriateness of farmers' adoption of irrigation methods: The application of the AHP model. *Agricultural Systems*, 87, 101–119.
- Linden, A.L., Carlsson-Kanyama, A., and Eriksson, B. (2006). Efficient and inefficient aspects of residential energy behaviour: What are the policy instruments for change? *Energy Policy*, 34, 1918–1927.
- Lingyun, M., Rui, N., Hualong, L., and Xiaohua, L. (2011). Empirical research of social norms affecting urban residents low carbon energy consumption behavior. *Energy Procedia*, 5, 229–234.
- Maya, I. (2002). Farm poverty in Kerala: A case study of alappuzha, trissur, palallad and wayanad. M.A.Thesis. Cochin University of Science and Technology. Available at: <<http://dyuthi.cusat.ac.in/xmlui/bitstream/handle/purl/2872/DyuthiT0869.pdf?sequence=3>>.
- Maybery, D., Crase, L., and Gullifer, C. (2005). Categorising farming values as economic, conservation and Lifestyle. *Journal of Economic Psychology*, 26, 59–72.
- Mohammadi, A., and Omid, M. (2010). Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. *Applied Energy*, 87, 191–196.
- Moraditochae, M. (2012). Research energy indices of eggplant production in North of Iran. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 7 (6), 484–487.
- Mostafaeipour, M. (2010). Feasibility study of harnessing wind energy for turbine installation in Province of Yazd in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 93–111.
- National Energy Board, (2009). Attitude and behaviour shaping energy use. Available at: <<http://www.neb-one.gc.ca/clf-nsi/rnrgynfntn/nrgyrprt/nrgdmnd/ttdbhrshpnpngrs2009/ttdbhrshpnpngrs-eng.pdf>>.
- Paço, A., and Varejão, L. (2010). Factors affecting energy saving behaviour: A prospective research. *Journal of Environmental Planning and Management*, 53 (8), 963–976.
- Palmer, J.A. (1998). *Environmental education in the 21st century: Theory, practice, progress and promise*. London and New York: Routledge.
- Parnell, G.S., Driscoll, P.J., and Henderson, D.L., (2010). *Decision making in systems engineering and management*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Pereira, A.O., Soares, J. B., Oliveira, R.G., and Queiroz, R.P. (2008). Energy in Brazil: Toward sustainable development? *Energy Policy*, 36, 73–83.
- Pishgar-Komleh, S.H., Sefeedpari, P., and Rafiee, S. (2011). Energy and economic analysis of rice production under different farm levels in Guilan province of Iran. *Energy*, 36, 5824–5831.
- Poortinga, W., Steg, L., Vlek, C., and Wiersma, G. (2003). Household preferences for energy-saving measures: A conjoint analysis. *Journal of Economic Psychology*, 24, 49–64.
- Raberg, P. (1997). *The life region: The social and cultural ecology of sustainable development*. London and New York: Routledge.
- Ricci, M., Bellaby, P., and Flynn, R. (2010). Engaging the public on paths to sustainable energy: Who has to trust whom? *Energy Policy*, 38, 2633–2640.

- Richetin, J., Sengupta, A., Perugini, M., Adjali, L., Hurling, R., Greetham, D., and Spence, M. (2010). A micro-level simulation for the prediction of intention and behavior. *Cognitive systems research*, 11, 181–193.
- Robinson, S. (2004). *Simulation: the practice of model development and use*. England: John Wiley & Sons.
- Robinson, T. (2008). Applying the socio-ecological model to improving fruit and vegetable intake among low-income African Americans. *Journal of Community Health*, 33, 395–406.
- Samavatean, N., Rafiee, S., Mobli, H., and Mohammadi A. (2011). An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield, costs and income of garlic production in Iran. *Renewable Energy*, 36, 1808-1813.
- Sargent, R.G. (2000). Verification, validation, and accreditation of simulation models. In proceedings of the 32nd conference on winter simulation, December 10-13. San Diego: Society for computer simulation international.
- Sokolowski, J.A., and Banks, C.M. (2009). *Modeling and simulation for analyzing global events*. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons publication.
- Steg, L., and Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 29, 309–317.
- Stephenson, J., Barton, B., Carrington, G., Gnoth, D., Lawson, R., and Thorsnes, P. (2010). Energy cultures: A framework for understanding energy behaviours. *Energy Policy*, 38, 6120–6129.
- Takahashi, Y., and Kakino, S. (2012). Natural disasters, meaning of life and consumer behaviours. In 2nd PERL International Conference, 19-20 March, Technische Universität Berlin.
- Terry, P.M. (2000). Empowering teachers as leaders. [Online]. Available at: <<http://www.nationalforum.com/Electronic%20Journal%20Volumes/Terry,%20paul%20M.%20Empowering%20Teachers%20As%20Leaders.pdf>>.
- Wees, K. (2010). Reducing occupant-controlled electricity consumption in campus buildings. Available at: <<http://hrweb.berkeley.edu/sites/default/files/attachments/KAW.pdf>>.
- Willis, R.M., Stewart, R.A., Panuwatwanich, K., Jones, S., and Kyriakides, A. (2010). Alarming visual display monitors affecting shower end use water and energy conservation in Australian residential households. *Resources, Conservation and Recycling*, 54, 1117–1127.
- Wood, G., and Newborough, M. (2003). Dynamic energy-consumption indicators for domestic appliances: environment, behaviour and design. *Energy and Buildings*, 35, 821–841.

The Simulation of Energy Consumption Behavior in Greenhouse Systems of Yazd County

B. Abadi* , and M. Shahvali¹

(Received: Dec, 22. 2014; Accepted: Jan, 23. 2016)

Abstract

The energy reality constructed by farmers, whose connections with energy resources, the ways they perceive them and the kind of valuing the energy sources, all determine the modality of energy consumption in agriculture community. As a result, present study aims at simulating the greenhouse farmers' energy consumption behavior in Yazd county. Research population consisted of all the greenhouse farmers raising cucumber in 2012-2013. from 2076 greenhouse farmers, 322 ones were selected in random stratified sampling. The human ecology and goal-based theories were theoretically base used to explain the interactions of greenhouse farmers with the energy resources. To analyze the data and simulate energy consumption scenarios, the software of SPSS (version 12) and Netlogo were used, respectively. It was found that after changing in the value of the predictor parameters of the behavioral intention, e.g., "environmental paradigm, "incentives of changing the energy use behavior and attitude" and "attitude towards the targeted energy subsidy plan", the power-saving amounted to about 15% in greenhouse systems. Furthermore, by changing the life-time of appliances, the power-saving amounted between 57% and 77%. In order to optimize the energy consumption, paper recommends some practical solutions and implications.

Keywords: Simulation, Consumption Behavior, Energy, Agricultural Extension.

¹-Assistant Professor, College of Agricultural, Maragheh University, Maragheh, Iran and Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Shiraz University, Shiraz, Iran, respectively.

*- Corresponding author, abadi@maragheh.ac.ir