مهم‌ترین پیش‌بینی کننده‌های ریسک سلامتی کشاورزان در مصرف سموم شیمیایی (مورد مطالعه: کشاورزان سیب زمینی کار استان اردبیل)

مجتبی سوختانلو[1*]، مسلم سواری[2]، حسام الدین غلامی[3]

۱. دانشیار گروه مهندسی آب و مدیریت کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲. استادیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

۳. استادیار موسسه آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

چکیده

در سال‌های اخیر، پذیرش کند روش‌های جایگزین سموم شیمیایی و گسترش آفات، پتانسیل ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی را میان کشاورزان به شدت افزایش داده است. از این‌رو، این تحقیق توصیفی-پیمایشی به تعیین مهم‌ترین عوامل پیش‌بینی‌کننده ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی، میان کشاورزان سیب‌زمینی‌کار استان اردبیل پرداخت. روش نمونه‌گیری، چندمرحله‌ای بوده و حجم نمونه از میان جامعه آماری (N=۴۸۷۶)، بر اساس جدول بارتلت و همکاران، به تعداد ۳۷۰ نفر تعیین شد. مطابق نتایج، کشاورزان در سموم شیمیایی مختلف، بیش‌مصرفی داشته و درصد قابل توجهی از کشاورزان (۳۵/۷ درصد) در گروه افراد با ریسک سلامتی بالا قرار داشتند. بیشترین میزان بیش‌مصرفی سموم، مربوط به کلرپریفوس و تری فلورالین بود؛ اما خطرناک‌ترین سموم برای ریسک سلامتی، مربوط به کلرپریفوس و متری‌بوزین بود. مطابق مدل درخت تصمیم‌گیری و محاسبه شاخص ترکیبی، به ترتیب اندازه مزرعه، هنجار اجتماعی، ادراک از مضرات سموم شیمیایی و سابقه شرکت در دوره‌های آموزشی، مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بینی برای شاخص ریسک سلامتی بودند. حمایت‌های آموزشی، فنی و اعتباری بیشتر از کشاورزان خرده‌مالک برای جایگزینی سموم شیمیایی پرخطر؛ دریافت بازخوردهای مداوم آموزشی از ادراک کشاورزان نسبت به مضرات بیش‌مصرفی سموم و بهبود هنجار اجتماعی با کسب همراهی معتمدان محلی و کشاورزان ماهر می‌تواند ریسک سلامتی کشاورزان در مصرف سموم شیمیایی را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: استان اردبیل، ریسک سلامتی، سموم شیمیایی، کشاورزان سیب‌زمینی‌کار.

*.نویسنده مسئول، پست الکترونیک: m.sookhtanlo@uma.ac.ir

The Most Important Predictors of Health Risk of farmers in Pesticides Consumption (The Case Study: Potato Growers of Ardabil Province)

Abstract

Recently, slow adoption of chemical pesticides alternatives and the increasing of pests has greatly increased the health risk potential in pesticides consumption among farmers. Therefore, this descriptive survey aimed to determine the most important predictors of health risk in pesticides consumption among potato growers in Ardabil province, Iran. A sample of 370 potato growers were chosen from Ardabil province potato growers (N= 4876), according to the table of Bartlett et al. (2001) and were accessed through a multi-stage sampling method. The results revealed that farmers overused in different chemical pesticides and the most farmers (35.7%) were at a high level of health risk. Chlorpyrifos and Trifluralin had the highest level of pesticides overuse, while Chlorpyrifos and Metribuzin were the most hazardous pesticides for health risk. According to the decision tree model and calculation of the composite index, farm size, social norm, perceived chemical pesticides risk and history of participation in training courses were the most important predictors of health risk index, respectively. Training, technical and financial support for small-scale farmers to replace hazardous chemical pesticides; receiving continuous educational feedback from farmers' perception of pesticide overuse hazard and improving social norms with the local leaders' support and skilled farmers can reduce the health risk of farmers in chemical pesticides consumption.

Keywords: Ardabil province, Chemical pesticides, Health risk, Potato growers.

مقدمه

امروزه عوارض خطرناک سلامتی ناشی از مواجه بیش از حد با سموم شیمیایی، به یک بحران مهم سلامتی در سطح جهان، به خصوص در کشورهای جهان سوم تبدیل شده است (Rezaei *et al.*, 2020; Philippe *et al.*, 2021). بنابراین، توجه به ایمنی غذا از سطح مزرعه، یک شرط ضروری برای سلامت محصول و تولید محصول سالم است (Gizaw, 2019). تولید محصولات غذایی ایمن، نتیجه تمام فرآیندها و عملیاتی می‌باشد که از زمان کاشت تا فرآوری در درون زنجیره تولیدی مواد غذایی انجام می‌شود و هر عامل بیولوژیکی، شیمیایی و یا فیزیکی موجود در محصول و مصرف آن برای انسان زیان‌آور باشد ایمنی غذایی جامعه را تهدید می‌کند (حسنی دهقان و رضایی، ۱۳۹۵). از این‌رو محصول سالم، به محصولی اطلاق می‌شود که با حداقل استفاده از نهاده‌های شیمیایی

تولید شود، به‌طوری که خطر سلامتی برای مصرف‌کننده آن ایجاد نکند و یا از دوز غیرخطرناک و کنترل شده‌ای از سموم برای تولید آن استفاده شده باشد (Philippe *et al.*, 2021). بدیهی است رشد آفات زراعی، بر میزان مصرف سموم شیمیایی میان کشاورزان افزوده است که این امر منجر به افزایش ریسک سلامتی می‌شود (Schreinemachers *et al.*, 2020; Rezaei *et al.*, 2020). ارزیابی ریسک سلامتی، شامل فرایند شناسایی و پیش‌بینی احتمال تأثیر مواد مضر مورد استفاده در تولید محصول، بر سلامتی انسان و محصول تولیدی است که این مواد ممکن است شامل نهاده‌های شیمیایی بکار رفته، جهت تولید محصول مورد مصرف انسان باشد (رحیم‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۶). به عبارتی، منظور از ارزیابی ریسک سلامتی، برآورد پتانسیل خطرناک بودن مواد مورد استفاده در فرایند تولید یک محصول، بر سلامتی انسان و محیط زیست است (Pan *et al.*, 2020). بیش‌مصرفی سموم شیمیایی توسط کشاورزان، دارای سه جنبه منفی است (Schreinemachers *et al.*, 2020; Narenderan *et al.*, 2020). در وهله اول، میزان خطر سلامتی کشاورزان به علت مواجه بیش از حد با سموم به شدت افزایش می‌یابد (Manfo *et al.*, 2020; Sharifzadeh *et al.*, 2018)؛ دیگری سلامتی برای جامعه مصرف‌کننده است و عوارض خطرناک سلامتی که در اثر تجمع بیش از حد باقیمانده سموم بر روی محصولات کشاورزی ایجاد می‌کند (Philippe *et al.*, 2021; Nehra *et al.*, 2021)؛ و در نهایت آسیب‌هایی که بر محیط زیست (آب، خاک، گیاه و موجودات زنده) خواهد گذاشت (Chandrashekar, 2020). متناسب با رشد بیش‌مصرفی و خطرناک بودن آفت‌کش‌های پرکاربرد، آمار آسیب‌های سلامتی و مسمومیت کشاورزان در کشورهای در حال توسعه روندی صعودی دارد؛ که این امر ناشی از عدم وجود رفتار ایمنی مطلوب، در میان کشاورزان است (Akter *et al.*, 2018; Sharifzadeh *et al.*, 2018; Yarpuz-Bozdogan, 2018). آسیب به اندام‌های داخلی مانند کبد و کلیه در میان کشاورزان فلسطینی و هندی به علت بیش‌مصرفی سموم و مواجهه بیش از حد با سموم کشاورزی از جمله این موارد است (Manfo *et al.*, 2020; El-Nahhal, 2016; Jamal *et al.*, 2016). همچنین بیماری‌ها و عوارض حاصل از بیش‌مصرفی سموم ممکن است عملکرد کلی و بهره‌وری کشاورزان را تحت تأثیر قرار دهد (یزدان‌پناه و همکاران، ۱۳۹۴). در ایران، به طور متوسط سالانه در حدود ۱۴۰۰۰ تن از انواع مختلف سموم شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که از لحاظ درجه‌بندی سمیت سازمان بهداشت جهانی، در حدود نیمی از آن‌ها در گروه سموم با درجه سمیت متوسط تا بسیار خطرناک قرار دارند (Morteza *et al.*, 2017).

در سال‌های اخیر، افزایش مصرف سموم شیمیایی در اثر افزایش آفات زراعی در بسیاری از مناطق ایران گزارش شده است. به‌عنوان مثال، می‌توان به افزایش آفات برنج در شمال ایران و همچنین افزایش آفات سیب‌زمینی در استان اردبیل (شمال غرب ایران) اشاره کرد که منجر به افزایش استفاده از سموم شیمیایی میان کشاورزان شده است (Rezaei *et al.*, 2020; Sharifzadeh *et al.*, 2018; Bagheri *et al.*, 2019). سیب‌زمینی، به‌عنوان مهم‌ترین محصول زراعی در استان اردبیل، بیشتر از سال‌های قبل، تحت هجوم آفاتی

همچون سوسک کلرادو و سفیدک دروغین قرار گرفته است (Asgar *et al.*, 2017; Tajmiri *et al.*, 2017). علاوه بر افزایش میزان آفات زراعی، رواج آفت‌کش‌های بی‌کیفیت وارداتی و افزایش مقاومت برخی آفات زراعی (مانند افزایش مقاومت آفات سیب‌زمینی در برابر اثربخشی آفت‌کش *متری‌بوزین*) نیز بر افزایش مصرف سموم در ایران افزوده است (Diyanat et al. 2019). بنابراین راهکارهای رایج کشاورزان برای مقابله آن‌ها، ممکن است به افزایش میزان مصرف سموم یا استفاده از سموم با درجه سمیت بیشتر منجر شود (Joko *et al.*, 2020; Bagheri *et al.*, 2019).

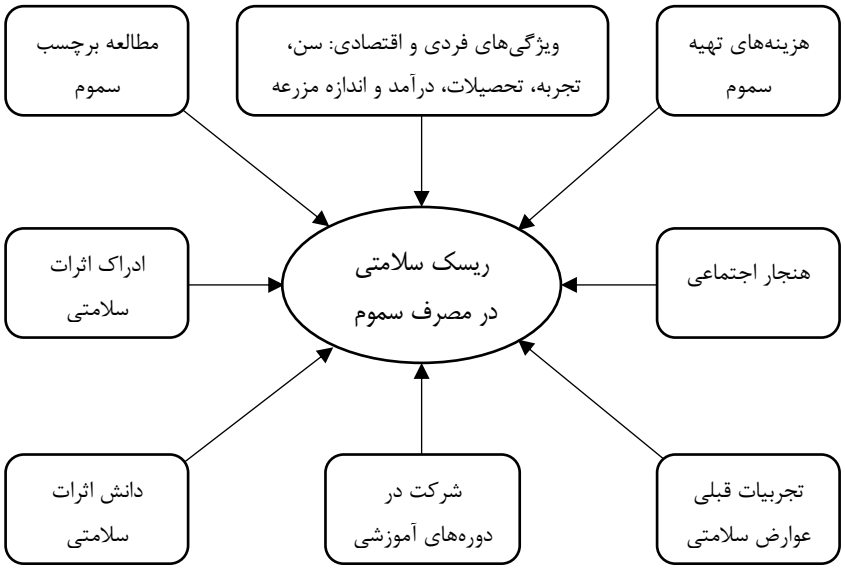
در غالب تحقیقات مشابه، رفتار ایمنی کشاورزان در مصرف سموم شیمیایی بدون توجه به میزان خطر سلامتی در میان انواع مختلف آفت‌کش‌ها مورد بررسی قرار گرفته است و میزان ریسک سلامتی ناشی از همه سموم یکسان فرض می‌شود. علاوه بر این، عواملی مانند تأثیر ادراک کشاورزان از درجه سمیت سموم بر میزان استفاده آنان از سموم شیمیایی در نظر گرفته نمی‌شود و به طور مشخص، به شناسایی خطرناکترین سموم برای سلامتی محصول و مصرف‌کننده، اشاره نمی‌شود. همچنین در تحقیقات گذشته، شاخص‌های قابل قبولی جهت ارزیابی ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی معرفی نشده است. به طور کلی، از میان ویژگی‌های فردی و اقتصادی کشاورزان، غالباً متغیرهای سن، تجربه کشاورزی، میزان تحصیلات، اندازه مزرعه، متوسط درآمد و توانایی تأمین هزینه سموم شیمیایی، از عوامل پیش‌بینی‌کننده بر میزان مصرف سموم شیمیایی و ریسک سلامتی کمتر در تولید محصولات کشاورزی است (Li & He, 2020; Huang *et al.*, 2020; Negatu *et al.*, 2016). استفاده بیش از حد مجاز سموم شیمیایی در کوتاه مدت، گاه منجر به افزایش ظاهری و ناپایدار در بازده اقتصادی کشاورزی به‌ویژه برای کشاورزان کوچک‌مقیاس و یا اجاره‌ای می‌شود. بنابراین راهبردهای کاهش مصرف سموم شیمیایی و استفاده از روش‌های جایگزین این سموم، به علت عدم بازدهی زودرس اقتصادی و تولیدی ممکن است تحت تأثیر متغیر اندازه مزرعه قرار گیرد. به عنوان مثال در تحقیقات نگاتو و همکاران (Negatu *et al.*, 2016) و شریف‌زاده و همکاران (Sharifzadeh *et al.*, 2018) تأثیر متغیر اندازه مزرعه بر بیش‌مصرفی سموم شیمیایی تأکید شده است. مطابق تحقیق لی و هی (Li & He, 2020) نیز متغیر اندازه مزرعه کشاورزان با میزان استفاده از سموم دفع آفات آنان تأثیر منفی و معنی‌داری داشته است. کشاورزان با زمین‌های کشاورزی بیشتر، از سموم شیمیایی کمتری استفاده می‌کنند. همچنین کشاورزانی که درآمد بالاتری دارند از سموم دفع آفات بیشتری استفاده می‌کنند. جالو و همکاران (Jallow *et al.*, 2017) و هوانگ و همکاران (Huang *et al.*, 2020) گزارش دادند که غالب کشاورزان خرده مقیاس (۵۸٪) بیش از حد مجاز از سموم دفع آفات استفاده می‌کنند. علاوه برآن، ادراک از اثرات مضر سموم شیمیایی بر سلامتی انسان و محیط زیست و دانش عمومی درباره اثرات سلامتی آنان و همچنین تجربه قبلی مشکلات بهداشتی ناشی از بکارگیری ناایمن سموم شیمیایی، نقش مؤثری در استفاده کمتر از سموم شیمیایی دارد (Mehmood *et al.*, 2020; Joko *et al.*, 2020; Russell-Green *et al.*, 2020). ادراک خطر، یک ارزیابی ذهنی شخصی از یک

برنامه عملی و یا رفتار است که فرد به یک اجماع فکری می‌رسد که در قبال انجام یک برنامه و یا رفتار، احتمالاً چه عواقبی در انتظار او خواهد بود (Wilson *et al*., 2019; Chionis & Karanikas, 2018).

در تحقیقات متعددی بر اهمیت تجربه قبلی از اثرات زیان‌بار سموم شیمیایی بر سلامتی و سابقه دوره‌های آموزشی قبلی درباره مصرف سموم شیمیایی، بر رفتار ایمنی و میزان استفاده از سموم شیمیایی تأکید شده است (Russell-Green *et al*., 2020; Afshari *et al*., 2018). در تحقیق شریف‌زاده و همکاران (Sharifzadeh *et al*., 2018)، تجربه قبلی از اثرات سلامتی مربوط به کار با سموم شیمیایی و سابقه دوره‌های آموزشی قبلی درباره مصرف سموم شیمیایی بر روی بیش‌مصرفی سموم شیمیایی توسط کشاورزان اثرگذار بود (Mehmood *et al*., 2020). همچنین تحقیق چن و همکاران (Chen *et al*., 2013)، نشان داد که با برگزاری یک دوره آموزشی درباره مصرف سموم شیمیایی، ۱۰ تا ۱۵ درصد کشاورزان میزان مصرف سموم شیمیایی خود را کاهش دادند. در زمینه تأثیر مثبت دوره‌های آموزشی بر کاهش مصرف سموم شیمیایی، نتایج مشابهی در تحقیقات بندری و همکاران (۱۳۹۷) و هوشمندان مقدم فرد و شمس (۱۳۹۵) مشاهده شد. متغیر مطالعه برچسب سموم نیز می‌تواند نقشی بازدارنده بر بیش‌مصرفی سموم شیمیایی داشته باشد (Gao *et al*., 2019; Lamichhane *et al*., 2018; Abtew *et al*., 2016). در این زمینه، نتایج جین و همکاران (Jin *et al*., 2016) نشان داد که بیش‌مصرفی سموم دفع آفات توسط کشاورزان محلی متداول است و عدم عادت به مطالعه برچسب سموم بر میزان مصرف سموم و ریسک سلامتی اثرگذار است.

تأثیر هنجار اجتماعی مطلوب و نامطلوب هم بر بیش‌مصرفی سموم شیمیایی توسط کشاورزان مؤثر است. هنجار اجتماعی، در حقیقت به الگوهای تعریف‌شده رفتار و کردار گفته می‌شود که به مردم جامعه می‌گوید تا در هر شرایطی چه رفتاری باید داشته باشند تا در اجتماع قابل قبول باشند. به عبارتی، نوعی کنترل اجتماعی است که رفتارهای مورد انتظار در یک جامعه را تعیین می‌کند (Bavel *et al*., 2020). در همین زمینه نتایج وانگ و همکاران (Wang *et al*., 2018) نشان داد که هنجارهای ذهنی و اجتماعی می‌تواند تأثیرات مثبتی بر قصد کشاورزان برای رعایت استانداردها در استفاده از سموم شیمیایی دارد. همچنین مطابق نتایج محمود و همکاران (Mehmood *et al*., 2020)، هنجار اجتماعی نقش مهمی بر بیش‌مصرفی سموم شیمیایی کشاورزان دارد. هزینه‌های تهیه سموم شیمیایی، یک بازدارنده قوی بر بیش‌مصرفی سموم شیمیایی تلقی می‌شود (Moradhaseli et al., 2017)؛ اما گاه برنامه‌های دولتی همچون ارایه یارانه‌های حمایتی سموم دفع آفات، تأثیرگذاری این عامل را به شدت کاهش می‌دهد؛ چرا که سموم دفع آفات به راحتی با قیمت پایین در دسترس کشاورزان قرار خواهد گرفت (Sharifzadeh *et al*., 2018; Hashemi *et al*., 2012). در همین زمینه، اکتر و همکاران (Akter *et al*., 2018) در مدل پیشنهادی خود بر تأثیر متغیرهای دانش، تجربه قبلی از عوارض سموم، ادراک و نگرش بر استفاده ایمن از سموم شیمیایی اشاره کرده‌اند.

با جمع‌بندی پیشینه تحقیقات و مباحث اشاره شده و بر اساس مدل‌های پیشنهادی در تحقیقات اکتر و همکاران (Akter *et al.*, 2018)، جالو و همکاران (Jallow *et al.*, 2017)، وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2018) و هوانگ و همکاران (Huang *et al.*, 2020)، مدل مفهومی تحقیق در نگاره ۱، ارائه شد. مطابق مدل مفهومی تحقیق، متغیرهای مربوط به ویژگی‌های فردی و اقتصادی کشاورزان (سن، تجربه، تحصیلات، درآمد و اندازه مزرعه)، مطالعه برچسب سموم، هزینه های تهیه سموم، هنجار اجتماعی، تجربیات قبلی از عوارض سلامتی سموم شیمیایی، ادراک و دانش کشاورزان از اثرات سلامتی سموم بر میزان ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی اثرگذار است.



نگاره ۱- مدل مفهومی تحقیق

با توجه به شکاف‌های علمی موجود، این تحقیق به دنبال آن است تا ارزیابی دقیق‌تری از میزان ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی با تمرکز بر میزان مصرف و درجه خطر سموم شیمیایی داشته و مهم‌ترین عوامل پیش‌بینی کننده بر میزان ریسک سلامتی را در میان کشاورزان سیب‌زمینی‌کار در استان اردبیل تعیین کند. از این‌رو اهداف این تحقیق شامل این موارد است: ۱. تعیین انواع سموم شیمیایی و اولویت‌بندی منابع اطلاعاتی کشاورزان در مصرف سموم شیمیایی؛ ۲. تعیین میزان مصرف سموم شیمیایی توسط کشاورزان و مقایسه آن نسبت به مقدار مجاز مصرف؛ ۳. ارزیابی ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی توسط کشاورزان (محاسبه شاخص ترکیبی) و تعیین خطرناکترین سموم شیمیایی در فرایند تولید محصول؛ و ۴. تعیین مهم‌ترین عوامل پیش‌بینی‌کننده شاخص ریسک سلامتی با تمرکز بر میزان مصرف سموم شیمیایی توسط کشاورزان.

روش پژوهش

- **منطقه تحقیق:** استان اردبیل با مساحتی حدود ۱۷۸۰۰ کیلومتر مربع، در شمال غربی ایران واقع شده و دارای اقلیم نیمه‌خشک و سرد می‌باشد. این استان، بین عرض‌های ۲۷ درجه شمالی از خط استوا و ۳۰ درجه شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. مهم‌ترین محصول کشاورزی این استان سیب‌زمینی است. از کل تولید سیب‌زمینی ایران (۴/۶ میلیون تن در سال)، ۸۵۰ هزار تن به این استان تعلق دارد. حدود ۲۱ هزار و ۳۴۰ هکتار از زمین‌های زراعی استان به زیر کشت سیب‌زمینی رفته است و این استان رتبه دوم کشوری را از لحاظ تولید سیب‌زمینی دارد (سوختانلو، ۱۳۹۸).

- **جامعه آماری و نمونه‌گیری:** میان جامعه آماری تحقیق حاضر تحقیق (N=۴۸۷۶)، شامل کشاورزان سیب‌زمینی‌کار فعال و دارای کشت آبی در استان اردبیل بودند. حجم نمونه بر اساس جدول بارتلت و همکاران (Bartlett *et al.*, 2001)، و با توجه به افزایش دقت، به تعداد ۳۷۰ نفر تعیین شد (n=۳۷۰). نمونه‌گیری به روش چندمرحله‌ای و به صورت انتخاب تصادفی نمونه‌ها انجام شد. بدین صورت که در مرحله اول، با توجه به این که بر اساس اطلاعات دریافتی از سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل، بخش عمده مزارع زیر کشت سیب‌زمینی استان اردبیل در سه شهرستان اردبیل، نمین و نیر کشت می‌شود؛ این سه شهرستان به صورت هدفمند انتخاب شدند. در مرحله دوم به تناسب جمعیت کشاورزان در هر شهرستان، به طور تصادفی۱۶ روستا انتخاب شد (۸ روستا از شهرستان اردبیل، ۵ روستا از شهرستان نمین و ۳ روستا از شهرستان نیر). در مرحله آخر از روستاهای منتخب به طور تصادفی و به تناسب جمعیت کشاورزان سیب‌زمینی‌کار، ۳۷۰ کشاورز تعیین و انتخاب شدند. به‌طوری که برای شهرستان اردبیل، ۱۹۳ سیب‌زمینی‌کار، شهرستان نمین، ۱۰۴ سیب‌زمینی‌کار و شهرستان نیر ۷۳ سیب‌زمینی‌کار در نهایت انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند.

- **ابزار تحقیق:** ابزار تحقیق، پرسشنامه‌ای ساختاریافته و شامل سه بخش اصلی بود. بخش اول شامل ویژگی‌های جمعیت‌شناختی کشاورزان سیب‌زمینی‌کار (شامل سن (سال)، میزان تحصیلات (سال‌های حضور در مدرسه و مقطع تحصیلی)، متوسط درآمد سالیانه (میلیون ریال)، تجربه کشاورزی (سال)، اندازه مزرعه (هکتار) بود. بخش دوم شامل گویه‌های مربوط به مصرف آفت‌کش‌های مورد استفاده برای محصول سیب‌زمینی (انواع سموم شیمیایی مورد استفاده، میزان استفاده از سموم در واحد هکتار، تعداد دفعات سمپاشی در هر دوره کشت و توانایی تأمین هزینه آفت‌کش‌های شیمیایی) بود. بخش سوم نیز متغیرهای تکمیل‌کننده برای ارزیابی شاخص ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی (شامل ادراک از اثرات سلامتی و زیست‌محیطی آفت‌کش‌های شیمیایی، دانش عمومی درباره اثرات آفت‌کش‌های شیمیایی، تجربیات قبلی عوارض سلامتی در اثر استفاده ناایمن و بیش از حد آفت‌کش‌ها، هزینه تهیه آفت‌کش‌های شیمیایی، مطالعه برچسب سموم، هنجار اجتماعی و سابقه شرکت در دوره‌های آموزشی (بر حسب ساعت) بود.

جمع‌آوری اطلاعات به صورت پرسشنامه و مصاحبه با کشاورزان و استفاده از روش تکمیلی چک لیست انجام شد. روایی محتوایی پرسشنامه با نظر جمعی از اساتید دانشگاه، کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان (بخش سموم و آفات زراعی) و شهرستان اردبیل مورد ارزیابی قرار گرفت و طی چند مرحله نظرات تکمیلی و اصلاحی آنان اعمال گردید. جزییات مربوط به اندازه‌گیری متغیرهای اصلی تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خلاصه‌ای از متغیرهای اصلی تحقیق و روش اندازه‌گیری آن‌ها

متغیرهای اصلی تحقیق	شرح روش اندازه‌گیری
سن (سال)	به صورت یک سوال باز، درباره سن کشاورز.
تجربه کشاورزی (سال)	به صورت یک سوال باز، درباره تعداد سال‌هایی که کشاورز در کشت سیب زمینی دارای تجربه می‌باشد.
میزان تحصیلات (سال)	به صورت دو سوال باز، درباره تعداد سال‌های تحصیل و مقطع تحصیلی کشاورز
درآمد متوسط سالیانه (میلیون ریال)	به صورت یک سوال باز، درباره متوسط درآمد سالیانه از فعالیت‌های کشاورزی
اندازه مزرعه (هکتار)	به صورت یک سوال باز، درباره مجموع مساحت اراضی کشاورزی
ادراک از اثرات سلامتی و زیست‌محیطی آفت‌کش‌های شیمیایی (آلفای کرونباخ: ۰/۷۹؛ تتای ترتیبی: ۰/۷۶)	به صورت ۱۰ گویه دو مقوله‌ای (۰-خیر ، ۱- بله)، از ادراک کشاورزان درباره تأثیرات استفاده بیش از حد آفت‌کش‌های شیمیایی و اثرات سلامتی و زیست محیطی آن‌ها پرسیده شد. برای هر پاسخ بله، امتیاز ۱ و برای هر پاسخ خیر، امتیاز ۰ در نظر گرفته شد. سپس امتیازها با هم جمع زده شد.
دانش عمومی درباره اثرات آفت‌کش‌های شیمیایی (آلفای کرونباخ: ۰/۷۲؛ تتای ترتیبی: ۰/۷۰)	به صورت ۹ گویه دو مقوله‌ای (۰-خیر ، ۱- بله)، از دانش عمومی کشاورزان درباره تأثیرات استفاده بیش از حد آفت‌کش‌های شیمیایی و اثرات سلامتی و زیست محیطی آن‌ها پرسیده شد. برای هر پاسخ بله، امتیاز ۱ و برای هر پاسخ خیر، امتیاز ۰ در نظر گرفته شد. سپس امتیازها با هم جمع زده شد.
تجربیات قبلی عوارض سلامتی در اثر استفاده ناایمن و بیش از حد آفت‌کش‌ها	به صورت یک سوال باز: تاکنون چندبار تجربه قبلی جدی از عوارض سلامتی در اثر استفاده ناایمن و بیش از حد سموم شیمیایی داشته‌اید؟
هزینه تهیه آفت‌کش‌های شیمیایی	به صورت یک سوال دومقوله‌ای (۰-خیر ، ۱- بله): آیا هزینه تهیه آفت‌کش‌های شیمیایی، می‌تواند بر میزان استفاده شما از سموم شیمیایی اثرگذار باشد؟
مطالعه برچسب سموم	به صورت سوال باز دو مقوله‌ای (۰-اکثراً نه ، ۱- اکثراً بله): آیا غالباً قبل از استفاده از سم، برچسب سموم را مطالعه می‌کنید؟
هنجار اجتماعی (آلفای کرونباخ: ۰/۸۳؛ تتای ترتیبی: ۰/۸۲)	به صورت ۸ گویه دو مقوله‌ای (۰-خیر ، ۱- بله)، از هنجار اجتماعی کشاورزان در استفاده از آفت‌کش‌ها پرسیده شد. برای هر پاسخ بله، امتیاز ۱ و برای هر پاسخ خیر، امتیاز ۰ در نظر گرفته شد. سپس امتیازها با هم جمع زده شد.
شرکت در دوره‌های آموزشی	به صورت یک سوال باز: تاکنون چند ساعت در دوره‌های آموزشی مرتبط با سموم شیمیایی شرکت داشته اید؟

- **اندازه‌گیری ریسک سلامت محصول در استفاده از سموم شیمیایی: محاسبه شاخص ترکیبی**

جهت افزایش دقت اندازه‌گیری نوع سموم و میزان مصرف سموم شیمیایی توسط کشاورزان و محاسبه دقیق‌تر شاخص ترکیبی (ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی)، از روش تکمیلی چک‌لیست استفاده شد. چک‌لیست، دربرگیرنده لیستی از خصوصیات، مؤلفه‌ها و معیارهای اندازه‌گیری است که برای ارزیابی دقیق‌تر و گاه صحت‌سنجی در میدان عمل استفاده می‌شود و نیازمند حضور مستقیم محققان به روش مشاهده و بررسی حضوری در منطقه تحقیق در زمان مناسب انجام یک فعالیت است (Scriven, 2007;

Bagnara *et al.*, 2019; Najafi Saleh *et al.*, 2018). پرسشنامه چک‌لیست، شامل لیستی از گویه‌های دو مقوله‌ای (۱- بله، ۲-خیر) شامل نام انواع آفت‌کش‌های مورد استفاده و میزان مصرف کشاورزان به تفکیک سموم مختلف تدوین شده بود که با حضور تیم تحقیق در مزارع کشاورزان، پرسشنامه‌ها تکمیل شد. در نهایت جهت صحت‌سنجی اطلاعات قبلی بدست آمده در پرسشنامه‌ها و تعیین دقیق‌تر نوع سموم مصرفی و متوسط مصرف سموم شیمیایی کشاورزان در مراحل مختلف سمپاشی، میانگین نتایج حاصل از سه بار انجام چک‌لیست در دوره‌های مختلف زراعی و دفعات سمپاشی، مبنای کار قرار گرفت. به‌طور کلی، مراحل اندازه‌گیری برای هر شاخص ترکیبی، شامل این موارد است (Sookhtanlou and Allahyari, 2021):

- **مرحله اول: تعیین شاخص‌های اولیه اندازه‌گیری و نرمال‌سازی شاخص‌ها:** ابتدا بر اساس پیشینه تحقیق و تحقیقات میدانی، لیست معتبر و قابل قبولی از شاخص‌های اولیه تعیین می‌شود. در گام بعدی، چنان که مقیاس اندازه‌گیری شاخص‌ها یکسان نباشد؛ تبدیل مقادیر همه شاخص‌های اولیه اندازه‌گیری، به یک واحد اندازه‌گیری استاندارد، برای برآورد یک شاخص ترکیبی ضروری است. این مرحله برای یکسان‌سازی واحدهای اندازه‌گیری (بر اساس مقادیر واقعی هر شاخص و مقدار حداقل و حداکثر آستانه هر شاخص بکار می‌رود (Keshavarz *et al.*, 2017; Serna *et al.*, 2015). به عبارت ساده‌تر، در این مرحله اختلاف مقیاس شاخص‌های اندازه‌گیری رفع می‌شود تا امکان جمع کردن شاخص‌های اولیه اندازه‌گیری برای محاسبه شاخص ترکیبی نهایی فراهم شود (Londoño Pineda *et al.*, 2019; Hahn *et al.*, 2009). در این تحقیق مقیاس شاخص‌های اندازه‌گیری مقادیر انواع آفت‌کش‌های مورد استفاده کشاورزان بودکه همه یکسان و مقیاس همه شاخص‌ها به لیتر بود. بنابراین نیازی به یکسان‌سازی مقیاس شاخص‌ها و یا در این تحقیق واحد اندازه‌گیری مصرف سموم نبود.

- **مرحله دوم: تعیین وزن برای هر شاخص اولیه اندازه‌گیری و محاسبه شاخص‌های نهایی اندازه‌گیری:** وزن‌ها، اساساً برای سنجش شدت و یا اهمیت اثر هر شاخص اندازه‌گیری برای تعیین شاخص ترکیبی بکار برده می‌شوند (Londoño Pineda *et al.*, 2019). روش‌های آماری مختلفی مانند فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین وزن شاخص‌ها وجود دارد (Keshavarz *et al.*, 2017; Panda *et al.*, 2016)؛ اما هدف اصلی یک تحقیق، مبنای دقیق‌تر و واقعی‌تری برای تعیین وزن هر شاخص می‌باشد (OECD, 2008). بنابراین با توجه به هدف اصلی تحقیق، بهترین مبنا برای وزن‌دهی شاخص‌های اولیه اندازه‌گیری و بررسی ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی، عامل درجه سمیت است. با مراجعه به نتایج برآوردهای سازمان بهداشت جهانی، برای طبقه‌بندی درجه سمیت آفت‌کش‌ها و متناسب آن‌ها برای سلامتی، از ضرایب وزنی ۱ تا ۵ استفاده شد (Cornell University, 2019; Kniss & Coburn, 2015; WHO, 2010; Deihimfard *et al.*, 2007). از این‌رو، شاخص‌های اولیه در مقادیر وزن خود ضرب شده تا شاخص‌های نهایی اندازه‌گیری بدست آید.

- **مرحله سوم: جمع‌بندی خطی شاخص‌های نهایی اندازه‌گیری و محاسبه شاخص ترکیبی:** در این مرحله، شاخص ترکیبی برای هر کشاورز (ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی)، از حاصل‌جمع مجموع شاخص‌های نهایی اندازه‌گیری بدست می‌آید (Keshavarz *et al.*, 2017). بنابراین، مراحل محاسبه شاخص ترکیبی بدین شکل می‌باشد (Sookhtanlou and Allahyari, 2021):

$$CI=\sum(Ii \cdot W_j) =\sum (\frac{X'_k}{Xl} \cdot W_j) = (\frac{X'_1}{X1} \cdot W_1) + (\frac{X'_2}{X2} \cdot W_2) + (\frac{X'_3}{X3} \cdot W_3) + \cdots) + (\frac{X'_8}{X8} \cdot W_8)$$

CI: میزان شاخص ترکیبی برای هر کشاورز؛

I: نسبت میزان سم مصرفی هر کشاورز به مقدار مجاز هر سم (بر اساس مقدار مجاز تعیین شده در برچسب یا بروشور سموم)؛ i: هر کشاورز معادل ۱، ۲، ۳، ...، ۳۷۰.

W_j: ضرایب وزنی هر شاخص بر مبنای طبقه‌بندی درجه سمیت (توسط سازمان بهداشت جهانی)؛ j: هر ضریب وزنی معادل ۱، ۲، ۳، ۴، ۵.

X'_k: متوسط مقدار مصرف هر سم شیمیایی توسط کشاورز؛ k: مقدار مصرف کشاورز برای هر سم معادل ۱، ۲، ۳، ...، ۸.

Xl: مقدار مجاز مصرف هر سم شیمیایی (بر اساس مقدار مجاز تعیین شده بر روی برچسب یا بروشور سموم)؛ l: مقدار مجاز هر سم مصرفی معادل ۱، ۲، ۳، ...، ۸.

شاخص ترکیبی ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی برای هر کشاورز، از مجموع شاخص‌های نهایی مصرف برای همه سموم شیمیایی تعیین شد. کشاورزان، بر اساس شاخص ترکیبی، به سه گروه تقسیم شدند که شامل سطح ریسک پایین سلامتی (۱ الی ۳۳ درصد شاخص ترکیبی)؛ ریسک متوسط سلامتی (۳۴ الی ۶۷ درصد شاخص ترکیبی)؛ و ریسک بالای سلامتی (۶۸ الی ۱۰۰ درصد شاخص ترکیبی) در مصرف سموم شیمیایی خواهد بود (Damalas & Khan, 2016). لازم به ذکر است که در این تحقیق، سموم رایج میان کشاورزان سیب‌زمینی‌کار در منطقه تحقیق، شامل چهار علف‌کش (*تری‌فلورالین، متری‌بوزین، گلایفوسیت و پاراکوات*)، سه حشره‌کش (*ایمیداکلوپرید، دیازینون گرانول و کلرپریفوس*) و یک قارچ‌کش (*کلرتالونیل*) تعیین شده بود. همچنین از مدل درخت تصمیم‌گیری سی‌آرتی (CRT) (مبتنی بر مدل معادلات ساختاری)، برای تعیین مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی استفاده شد. درخت تصمیم‌گیری، راهکاری معتبر برای ایجاد یک مدل طبقه‌بندی به شکل شاخه‌های یک درخت و یکی از ابزارهای موثر و قوی در تصمیم‌گیری و پیش‌بینی کردن یک متغیر وابسته است. بنابراین، براساس یک یا دسته‌ای از متغیرهای پیش‌گو می‌توان مقادیر یک متغیر وابسته یا هدف را حدس زد (Muhammad et al., 2020). یکی از روش‌های مبتنی بر درخت تصمیم گیری، روش CRT (Classification and Regression Trees) است که برای طبقه‌بندی کردن متغیرهای مستقل یا پیش‌بینی‌کننده در گروه‌بندی مربوط به متغیر وابسته مورد استفاده قرار می‌گیرد (Choubin et al., 2018). در روش CRT، داده‌ها به بخش‌هایی که برحسب متغیر پاسخ، متجانس هستند، تقسیم می‌شوند. گره پایانی برای همه مشاهداتی که دارای متغیر وابسته برابری هستند، گروه خالص نامیده شده و به این ترتیب گروه‌ها یا دسته‌ها تشکیل می‌شوند. هر گروه به دو زیرگروه تقسیم می‌گردد و هر یک از زیرگروه‌ها به دو زیرگروه دیگر و این روند ادامه پیدا می‌کند تا شرط و معیار توقف در نهایت حاصل شود (Keshavarz et al., 2017). برای ساخت مدل درخت تصمیم گیری، از نرم افزار $SPSS_{20}$ استفاده شد.

یافته‌ها و بحث

نتایج یافته‌های جدول (۲) نشان داد که میانگین متغیرهای سن (۴۵/۵۲ سال)، تجربه کشاورزی (۲۱/۷۰ سال)، تعداد اعضای خانوار (۴/۰۲ نفر)، وسعت مزارع سیب‌زمینی (۴/۹۳ هکتار)، عملکرد محصول سیب‌زمینی (۳۴/۵۴ تن در واحد هکتار)، درآمد سالیانه کشاورزی (۵۳۳/۳۶ میلیون ریال)، درآمد سالیانه خارج از مزرعه (۱۸۱/۴۱ میلیون ریال)، هزینه سالیانه کشاورزی (۱۹۳/۱۷ میلیون ریال) و تعداد مالکیت ادوات کشاورزی (۵ دستگاه) بود. همچنین میانگین سطح تحصیلات، ۱۰/۱۷ سال و بیشترین فراوانی مربوط به مقطع تحصیلی دیپلم بود. دامنه ویژگی‌های دموگرافیک کشاورزان برای متغیر سن، ۲۳ تا ۷۶ سال؛ تجربه کشاورزی، ۳ تا ۵۲ سال؛ میزان تحصیلات بر اساس سال‌های تحصیل ۰ تا ۱۸ سال؛ تعداد اعضای خانوار، ۲ تا ۱۰ نفر؛ وسعت مزارع سیب‌زمینی، ۰/۵ تا ۲۷ هکتار؛ عملکرد محصول سیب‌زمینی، ۱۷ تا ۴۹ تن در واحد هکتار؛ درآمد سالیانه کشاورزی، ۲۵۰ تا ۲۵۶۰ میلیون ریال؛ درآمد سالیانه خارج از مزرعه، ۸۰ تا ۷۴۰ میلیون ریال؛ هزینه سالیانه کشاورزی، ۱۲۰ تا ۶۳۰ میلیون ریال و تعداد مالکیت ادوات کشاورزی، بین ۰ تا ۵ عدد بود. آنچه مسلم است غالب کشاورزان خرده مالک بوده و غالباً کمتر از ۵ هکتار داشتند. با توجه به آنکه میانگین عملکرد سیب زمینی در استان ۳۵ تن در هکتار است، میزان برداشت سیب زمینی کشاورزان، با میانگین استانی نزدیک به دست آمد.

جدول۲- خلاصه ویژگی‌های فردی و اقتصادی کشاورزان

متغیرها	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
سن (سال)	۴۵/۵۲	۱/۴۳۷	۲۳	۷۶
تجربه کشاورزی (سال)	۲۱/۷۰	۲/۱۲۷	۳	۵۲
سطح تحصیلات (سال تحصیلی)	۱۰/۱۷	۴/۷۹۰	۰	۱۸
تعداد اعضای خانواده	۴/۰۲	۱/۵۱۷	۲	۱۰
وسعت مزارع سیب‌زمینی (هکتار)	۴/۹۳	۴/۱۱۲	۰/۵	۲۷
عملکرد محصول سیب زمینی (تن در واحد هکتار)	۳۴/۵۴	۷/۱۱۸	۱۷	۴۹
درآمد سالیانه کشاورزی (میلیون ریال)	۵۳۳/۳۶	۱۱۶/۱۲۰	۲۵۰	۲۵۶۰
درآمد سالیانه خارج از مزرعه (میلیون ریال)	۱۸۱/۴۱	۱۳۵/۷۱۴	۸۰	۷۴۰
هزینه سالیانه کشاورزی (میلیون ریال)	۱۹۳/۱۷	۱۸۴/۶۵۲	۱۲۰	۶۳۰
تعداد مالکیت ماشین آلات کشاورزی (تراکتور، سیب‌زمینی کن، سمپاش و...)	۲/۰۱۹	۱/۶۷۹	۰	۵

منابع عمده کسب اطلاعات پاسخ‌گویان نسبت به مصرف سموم شیمیایی، نقش تعیین کننده‌ای در میزان مصرف و ریسک سلامتی سموم میان کشاورزان دارد (Damalas & Abdollahzadeh, 2016). از این رو با رتبه بندی منابع کسب اطلاعات در میان کشاورزان، مهمترین منابع اثرگذار تعیین شد. بر طبق نتایج جدول ۳، اولویت اول منبع کسب اطلاعات پاسخ‌گویان جهت مصرف سموم شیمیایی مربوط به گویه "تجربه شخصی در استفاده‌های قبلی" بود. این یافته با نتایج تحقیق هوانگ و همکاران (Huang *et al.*, 2020)، لی و هی (Li & He, 2020) و ووترسه و بادیانه (Wouterse & Badiane, 2019) همخوانی داشت. این در حالی است که

هم‌راستا با نتایج تحقیقات گائو و همکاران (Gao *et al.*, 2019) و لامیچان و همکاران (Lamichhane *et al.*, 2018)، "مطالعه برچسب سموم" در اولویت آخر منابع اطلاعاتی قرار داشت. لازم به ذکر است که مراجعه به کارشناسان کشاورزی، در اولویت اول پاسخ‌گویان قرار نداشت و این نکته، ضرورت بازنگری در برنامه های ترویجی جهت جلب اعتماد به کارشناسان کشاورزی را در منطقه بیش از گذشته نشان می‌دهد.

جدول ۳- رتبه‌بندی گویه‌های مربوط به منابع کسب اطلاعات پاسخ‌گویان نسبت به مصرف سموم شیمیایی

گویه‌ها	میانگین	انحراف معیار	رتبه
تجربه شخصی در استفاده‌های قبلی	۳/۵۵۲	۱/۲۶۵	۱
دیگر کشاورزان استفاده‌کننده	۳/۱۸۳	۱/۴۸۶	۲
فروشندگان سم	۲/۹۷۵	۱/۳۴۵	۳
کارشناسان کشاورزی	۲/۶۳۷	۱/۶۸۶	۴
رسانه‌های دیداری و شنیداری	۲/۳۸۶	۱/۵۸۳	۵
رسانه‌های چاپی	۱/۹۷۵	۱/۷۳۵	۶
مطالعه برچسب سموم	۱/۸۴۳	۱/۰۰۷	۷

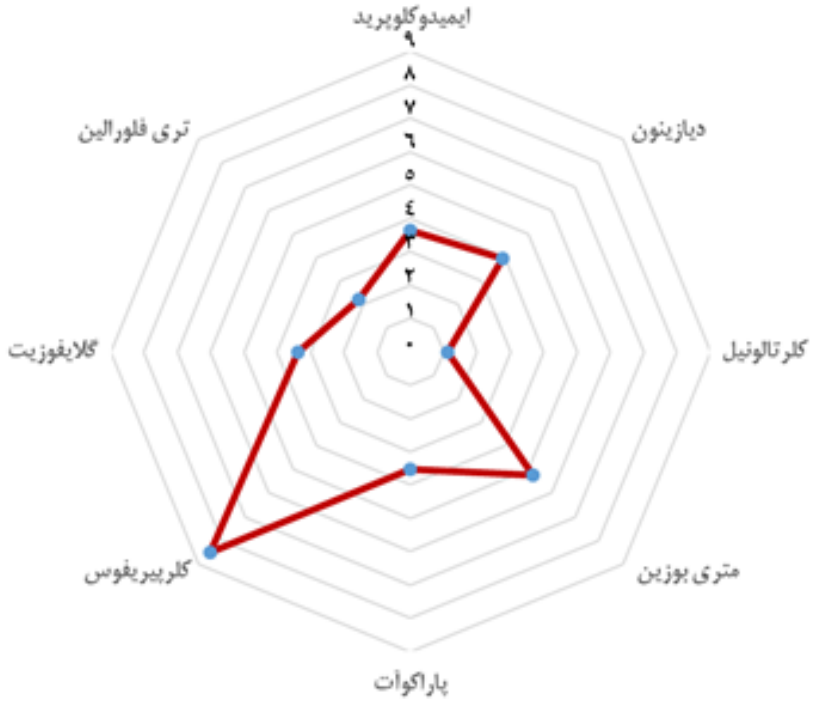
(مقیاس: ۱- خیلی کم، ۲- کم، ۳- متوسط، ۴- زیاد، ۵- خیلی زیاد)

اندازه‌گیری ریسک سلامتی کشاورزان در مصرف سموم شیمیایی، مبنای استفاده از روش محاسبه شاخص ترکیبی و تکنیک شاخص‌سازی در تحقیق بود. بنابراین لازم بود که در کنار استفاده از ابزار پرسشنامه، از روش چک لیست هم برای برآورد دقیق‌تر شاخص‌ها استفاده شود تا دقت اندازه‌گیری بهبود قابل توجهی را کسب کند. با توجه به یافته‌هایی جدول ۴، کشاورزان در سموم شیمیایی مختلف، از مقدار مجاز توصیه شده بیشتر مصرف می‌کردند که این نسبت بیش‌مصرفی سموم، برای کلرپریفوس (۲/۸۳۸) و تری‌فلورالین (۲/۱۹۰) بیش از بقیه سموم بوده؛ اما برای سموم کلرتالونیل (۱/۱۱۹) و پاراکوات (۱/۱۸۰)، کمتر از بقیه سموم بود. همچنین با توجه به نتایج شاخص‌های اندازه‌گیری، می‌توان نتیجه گرفت که کشاورزان برای حشره‌کش کلرپریفوس (۸/۵۱۴) و علف‌کش متری‌بوزین (سنکور) (۵/۲۲۳)، بیشتر از همه سموم در معرض ریسک سلامتی قرار داشتند. این در حالی است که کمترین میزان شاخص ریسک سلامتی، مربوط به سموم کلرتالونیل (۱/۱۱۹) و تری‌فلورالین (۲/۱۹۰) بود. هم‌راستا با یافته‌های هوانگ و همکاران (Huang *et al.*, 2020)؛ جین و همکاران (Jin *et al.*, 2016) و جالو و همکاران (Jallow *et al.*, 2017))، کشاورزان در مصرف انواع سموم، بیش از حد مجاز مصرف داشتند. در میان سموم مورد اشاره، کلرپریفوس بیشترین نسبت سم مصرفی به مقدار مجاز را میان سموم مصرفی کشاورزان داشت. همچنین در این زمینه، به طور مشخص استفاده کشاورزان از سموم کلرپریفوس و علف‌کش متری‌بوزین (سنکور) بیشترین خطر سلامتی را در مصرف سموم شیمیایی به وجود می‌آورد. نگاره ۲، میزان شاخص‌های اندازه‌گیری ریسک سلامتی برای هر سم مصرفی را نشان می‌دهد.

جدول ۴- شاخص‌های اندازه‌گیری ریسک سلامتی کشاورزان در استفاده بیش از حد مجاز سموم شیمیایی

سموم بکاربرده شده	کشاورزان استفاده کننده	متوسط میزان سم مصرفی (هکتار)	میزان مجاز سم (هکتار)	نسبت سم مصرفی به مقدار مجاز*	وزن هر شاخص	شاخص‌های اندازه‌گیری ریسک سلامتی
ایمیدوکلوپرید (Imidacloprid 35% SC)	۳۷۰ (٪۱۰۰)	۰/۳۰۴ l/ha	۰/۲۵۰ l/ha	۱/۲۱۶	II=۳	۳/۶۴۸
دیازینون گرانول (Diazinon 10% G)	۳۷۰ (٪۱۰۰)	۱۹/۶۳۵ kg/ha	۱۵ kg/ha	۱/۳۰۹	II=۳	۳/۹۲۷
کلرتالونیل (داکونیل) (Chlorothalonil 75% WP)	۳۷۰ (٪۱۰۰)	۲/۷۹۷ kg/ha	۲/۵۰ kg/ha	۱/۱۱۹	U=۱	۱/۱۱۹
متری‌بوزین (سنکور) (Metribuzin 70% WP)	۳۷۰ (٪۱۰۰)	۱/۷۴۱ kg/ha	۱ kg/ha	۱/۷۴۱	II=۳	۵/۲۲۳
پاراکوات (Paraquat 20% SL)	۳۷۰ (٪۱۰۰)	۳/۵۴۰ l/ha	۳ l/ha	۱/۱۸۰	II=۳	۳/۵۴۰
کلرپریفوس (Chlorpyrifos 40.8% EC)	۱۴۴ (٪۳۹)	۵/۶۷۶ l/ha	۲ l/ha	۲/۸۳۸	II=۳	۸/۵۱۴
راندآپ (گلایفوزیت) (Glyphosate 41% SL)	۱۲۹ (٪۳۵)	۱۰/۱۴۶ l/ha	۶ l/ha	۱/۶۹۱	U=۲	۳/۳۸۲
تری‌فلورالین (Trifluralin 48% EC)	۹۶ (٪۲۶)	۴/۳۸۰ l/ha	۲ l/ha	۲/۱۹۰	U=۱	۲/۱۹۰

*: برای ساده شدن محاسبات در یکسان‌سازی شاخص‌ها، واحدهای لیتر و کیلوگرم، معادل هم در نظر گرفته شده است.



نگاره ۲- شاخص‌های اندازه‌گیری ریسک سلامتی برای هر سم مصرفی در منطقه تحقیق

جهت گروه‌بندی کشاورزان نسبت به ریسک خطر سلامتی و شناسایی شاخص‌های تعیین‌کننده، از مدل درخت تصمیم گیری به روش CRT استفاده شد. مطابق نتایج گروه‌بندی کشاورزان، ۳۵/۴ درصد پاسخ‌گویان در گروه با ریسک پایین سلامتی؛ ۲۸/۹ درصد در گروه کشاورزان با ریسک متوسط سلامتی و ۳۵/۷ درصد در گروه کشاورزان با ریسک بالای سلامتی جهت مصرف سموم شیمیایی قرار داشتند. بنابراین با توجه به درجه سمیت سموم و محاسبه شاخص ریسک سلامتی در استفاده از سموم، نتایج حاکی از ریسک سلامتی بالا در استفاده از انواع سموم شیمیایی میان غالب کشاورزان است

برای تعیین مهم‌ترین عوامل پیش‌بینی کننده ریسک سلامتی در استفاده از سموم شیمیایی، از یک مدل درخت تصمیم‌گیری مبتنی بر مدل معادلات ساختاری استفاده شد. ۱۲ متغیر سن (سال)، تجربه کشاورزی (سال)، میزان تحصیلات (سال)، درآمد متوسط سالیانه (میلیون ریال)، اندازه مزرعه (هکتار)، ادراک از اثرات سلامتی و زیست‌محیطی آفت‌کش‌های شیمیایی، دانش عمومی درباره اثرات آفت‌کش‌های شیمیایی، تجربیات قبلی عوارض سلامتی در اثر استفاده بیش از حد آفت‌کش‌ها، هزینه تهیه آفت‌کش‌های شیمیایی، مطالعه برچسب سموم، هنجار اجتماعی و سابقه شرکت در دوره‌های آموزشی (ساعت) وارد مدل شدند. مطابق جدول ۵ و نگاره ۳، مدل درخت تصمیم‌گیری، توانست در قالب ۸ گره، بخش قابل توجهی از تغییرپذیری میزان ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی (۷۴٪/۱) میان کشاورزان را توضیح دهد. همچنین میزان تخمین خطا (۰/۲۵۹) و میزان خطای استاندارد (۰/۰۲۳) برای استفاده از مدل، قابل قبول به دست آمد.

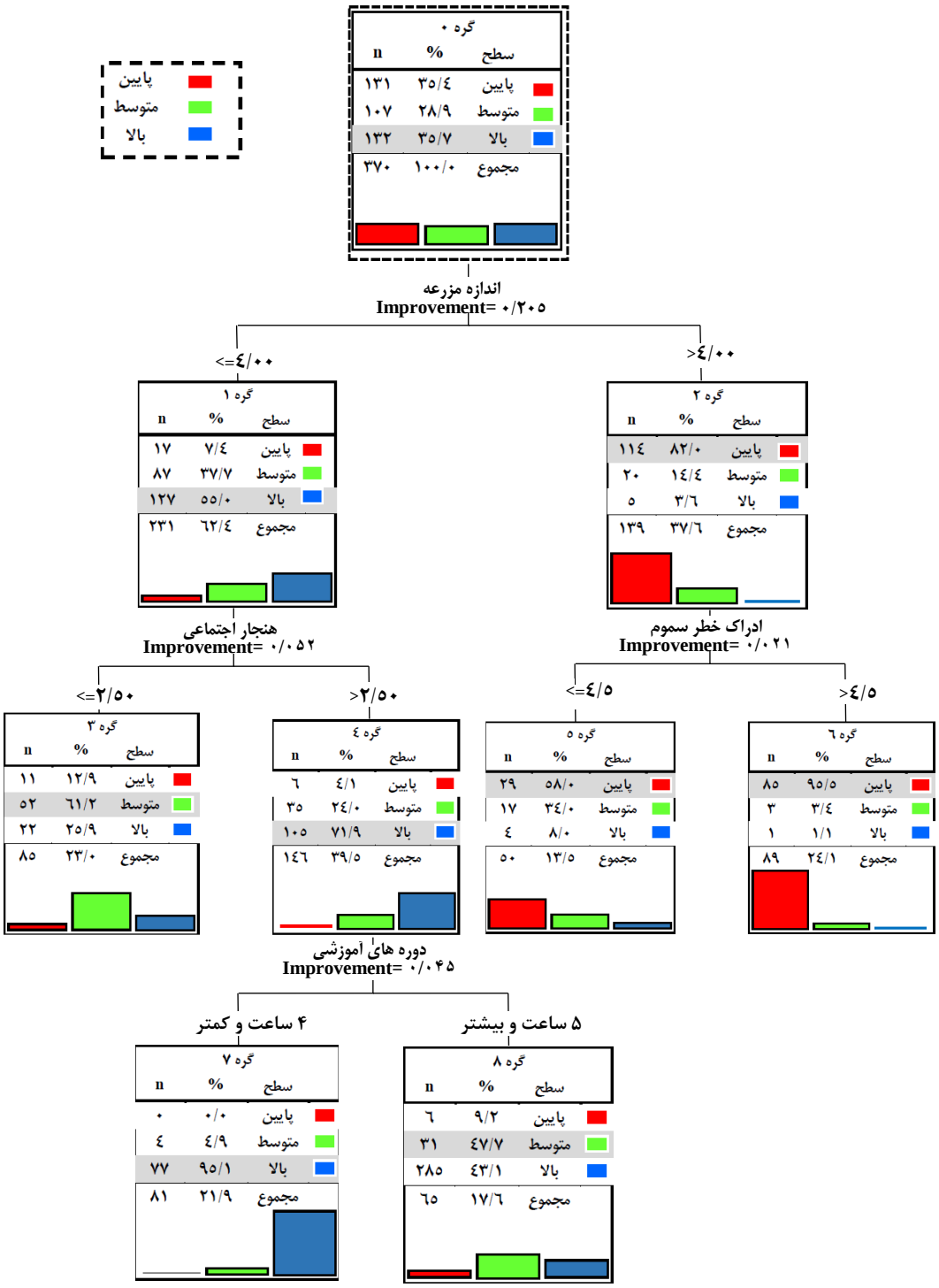
جدول ۵- طبقه‌بندی سه گروه پاسخ‌گویان و درصد تبیین در مدل درخت تصمیم‌گیری

مشاهده‌ها		مقادیر پیش‌بینی شده			
		ریسک سلامتی			درصد پیش‌بینی صحیح
		ریسک پایین	ریسک متوسط	ریسک بالا	
ریسک سلامتی	ریسک پایین	۱۱۴	۱۷	۰	٪ ۸۷/۰
	ریسک متوسط	۲۰	۸۳	۴	٪ ۷۷/۶
	ریسک بالا	۵	۵۰	۷۷	٪ ۵۸/۳
درصد کل		٪ ۳۷/۶	٪ ۴۰/۵	٪ ۲۱/۹	٪ ۷۴/۱
Estimate: ۰/۲۵۹; Std. Error: ۰/۰۲۳					

مطابق نگاره ۳، از میان متغیرهای وارد شده، متغیرهای اندازه مزرعه، هنجار اجتماعی، ادراک از اثرات سلامتی و زیست‌محیطی آفت‌کش‌های شیمیایی و سابقه شرکت در دوره‌های آموزشی، نقش تعیین‌کننده‌ای در پیش‌بینی ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی داشتند. مطابق یافته‌ها، اولین و مهم‌ترین متغیر اثرگذار بر شاخص ترکیبی تحقیق، اندازه مزرعه (با میزان بهبود ۰/۲۰۵) بود. بر اساس این متغیر، گروه کشاورزان دارای مزارع مساوی و کمتر از ۴ هکتار (۶۲/۴٪ کل پاسخ‌گویان)، بیشتر در معرض ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی قرار داشتند که در میان آنان، ۵۵/۰ درصد در معرض ریسک سلامتی با سطح بالا قرار داشتند

(گره ۱). این در حالی است که، در میان اعضای گروه کشاورزان با اندازه مزرعه بزرگتر از ۴ هکتار (۳۷/۶٪ کل پاسخگویان)، تنها ۳/۶ درصد در معرض ریسک سلامتی با سطح بالا قرار داشتند و ۸۲/۰ درصد از آنان نیز در سطح ریسک سلامتی پایین قرار داشتند (گره ۲). بنابراین می‌توان اذعان کرد که همگام با نتایج تحقیقات نگاتو و همکاران (Negatu *et al.*, 2016)؛ شریف‌زاده و همکاران (Sharifzadeh *et al.*, 2018) و لی و هی (Li & He, 2020)، افزایش اندازه مزرعه، منجر به کاهش احتمال کشاورزان در بیش مصرفی و ریسک سلامتی در مصرف سموم دفع آفات می‌شود. به عبارتی، اندازه مزرعه کشاورزان بر میزان استفاده از سموم دفع آفات آنان تأثیر منفی و معنی‌داری داشته است. به نظر می رسد، زمین‌های بزرگتر در مقایسه با مزارع کوچکتر، به میزان سموم کمتری برای سمپاشی نیاز دارند. به عبارتی، کشاورزان کوچک مقیاس میزان سم بیشتری به نسبت اندازه مزرعه خود، مصرف می‌کنند.

برای کشاورزانی که به عنوان اعضای گره ۱ طبقه بندی شده‌اند، متغیر هنجار اجتماعی در مصرف سموم شیمیایی، پیش‌بینی‌کننده مهم برای تعیین میزان ریسک سلامتی بود. در این گره، کشاورزانی که هنجار اجتماعی بیشتری (بیش از دو گویه تأییدکننده) نسبت به مصرف سموم شیمیایی داشتند (گره ۴)، نسبت به کشاورزان در گره مقابل (گره ۳) به میزان بیشتری در معرض ریسک سلامتی قرار داشتند؛ به طوری که ۷۱/۹ درصد آنان در معرض ریسک سلامتی بالا قرار داشتند که این یافته، هم‌راستا با یافته های وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2018) و محمود و همکاران (Mehmood *et al.*, 2020) بود. به عبارتی، متغیر هنجار اجتماعی در اینجا بر بیش‌مصرفی مصرف سموم شیمیایی مؤثر بود. همچنین در میان کشاورزانی که به عنوان اعضای گره ۲ طبقه بندی شده‌اند، ادراک از اثرات سلامتی و زیست‌محیطی آفت‌کش‌های شیمیایی، تنها متغیر پیش‌بینی‌کننده مهم برای میزان ریسک سلامتی در استفاده بیش از حد سموم شیمیایی بود. در این گره، ۹۵/۵ درصد کشاورزانی که ادراک صحیح‌تری (بیش از ۴ گویه تأییدکننده) از اثرات سلامتی و زیست‌محیطی آفت‌کش‌های شیمیایی را داشتند (گره ۶)، به میزان کمتری در مقایسه با اعضای گره مقابل (گره ۵)، خود را در معرض ریسک سلامتی قرار می‌دادند. این نتیجه، هم‌راستا با تحقیقات دامالاس و عبدالله‌زاده (Damalas & Abdollahzadeh, 2016)، وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2018)، محمود و همکاران (Mehmood *et al.*, 2020)؛ جوکو و همکاران (Joko *et al.*, 2020) و راسل گرین و همکاران (Russell-Green *et al.*, 2020) بود. همچنین همگام با تحقیقات بندری و همکاران (۱۳۹۷) و هوشمندان مقدم فرد و شمس (۱۳۹۵)، در میان اعضای گره ۴، کشاورزانی که دارای سابقه دوره‌های آموزشی، به میزان ۵ ساعت و بیشتر درباره مصرف سموم شیمیایی داشتند (گره ۸)، نسبت به کشاورزان با سابقه آموزشی ۴ ساعت و کمتر (گره ۷)، به میزان کمتری در معرض ریسک سلامتی قرار داشتند. جزییات تکمیلی در نگاره ۳ ارایه شده است.



نگاره ۳- نتایج تحلیل مدل درخت تصمیم گیری

نتیجه گیری و پیشنهادها

این تحقیق به دنبال آن بود تا مهم‌ترین عوامل پیش‌بینی کننده ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی میان کشاورزان سیب‌زمینی‌کار را بدست آورد. از محدودیت‌های تحقیق می‌توان به محدود شدن ارزیابی ریسک سلامتی تنها به میزان مصرف سموم

شیمیایی و درجه سمیت آن‌ها دانست، و ریسک سلامتی برای مصرف کودهای شیمیایی و دیگر نهاده‌های شیمیایی تقویتی خاک و آب، مدنظر قرار نگرفته است و نیازمند تحقیقات دیگری است. یافته‌های تحقیق نشان داد کشاورزان در مصرف انواع سموم، بیش از حد مجاز مصرف می‌کنند. به عبارتی به طور میانگین، کشاورزان در مصرف همه سموم بیش‌مصرفی دارند که این بیش‌مصرفی، برای سموم کلرپریفوس و تری‌فلورالین بیش از بقیه سموم است. با توجه به درجه سمیت سموم و محاسبه شاخص ریسک سلامتی در استفاده از سموم، نتایج حاکی از ریسک سلامتی بالا در استفاده از انواع سموم شیمیایی میان غالب کشاورزان است. در این زمینه، استفاده کشاورزان از سموم کلرپریفوس و علف‌کش متری بوزین (سنکور) بیشترین خطر سلامتی را به وجود می آورد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود اولویت برنامه‌های آموزشی- ترویجی و رسانه‌های ارتباط جمعی محلی، درباره سموم شیمیایی بیش از گذشته مورد توجه قرار گیرد و در توسعه برنامه‌های جایگزین سموم شیمیایی در منطقه تحقیق، بایستی بیشتر از بقیه سموم، متمرکز بر سموم اشاره شده در این تحقیق باشد. همچنین حذف تدریجی رایانه‌های حمایتی دولتی برای سموم خطرناک اشاره شده ممکن است بر کاهش میزان مصرف این سموم مؤثر باشد.

تجربه شخصی کشاورزان در استفاده‌های قبلی سموم، اولویت اول منابع اطلاعاتی بر انتخاب میزان مصرف سموم شیمیایی بود. این در حالی است که اولویت آخر "مطالعه برچسب سموم" بود. کشاورزان در کشورهای در حال توسعه همچون ایران، به دلیل سطح پایین آموزش در مدیریت سموم دفع آفات، دانش محدودی در استفاده از سموم دفع آفات در مقادیر مجاز دارند. در نتیجه، کشاورزان هنگام انتخاب و استفاده از انواع سموم دفع آفات بیشتر از دیگر منابع اطلاعاتی به تجربه خود اتکا می‌کنند و غالباً معیارهای فنی و توصیه‌ها را برای مقادیر مجاز نادیده می‌گیرند. همچنین به نظر می‌رسد جذابیت‌های لازم برای توجه و اهمیت کشاورزان به برچسب سموم شیمیایی وجود ندارد. مطالب در برچسب برخی از سموم به زبان انگلیسی و یا غیربومی تدوین شده و بسیاری از علائم خطر بر روی برچسب‌ها برای کشاورزان معرفی نشده است. از این‌رو، پیشنهاد می‌گردد بخش ترویج نهادهای کشاورزی منطقه، ضمن بهبود برنامه های آموزشی هدفمندتر با تأکید بر اهمیت مطالعه برچسب سموم، لیستی از سموم پرکاربرد را در قالب رسانه‌های چاپی همچون بروشور یا برگه‌های تاشو، به زبان ساده و روان و با معرفی میزان مصرف مجاز و درجه خطرناکی سموم تهیه کرده و بین کشاورزان سیب زمینی‌کار پخش نمایند.

افزایش اندازه مزرعه کشاورز منجر به کاهش احتمال کشاورزان در میزان مصرف سموم دفع آفات می‌شود. به عبارتی، اندازه مزرعه کشاورزان بر میزان استفاده از سموم دفع آفات آنان تأثیر منفی و معنی‌داری داشته است. به عبارتی، زمین‌های بزرگتر در مقایسه به مزارع کوچکتر، به میزان سموم کمتری برای سمپاشی نیاز دارند. به عبارتی، کشاورزان کوچک مقیاس میزان سم بیشتری مصرف می‌کنند. در این زمینه، برای کشاورزان کوچک‌مقیاس با مزارع نزدیک به هم پیشنهاد می‌شود با ایجاد جلب مشارکت آنان و ایجاد

اتحاد برای انجام فعالیت‌های سمپاشی با مقدار ایمن سموم شیمیایی، مدیریت مناسبی در مصرف سموم شیمیایی ایجاد نمایند. کشاورزان می‌توانند به‌صورت نوبتی ولی با تجهیزات کامل ایمنی، چند مزرعه کنار هم را سمپاشی نمایند که مدیریت این فرایند می‌تواند در قالب تعاونی‌های تولیدی یا تشکل‌ها صورت گیرد. همچنین حمایت‌های آموزشی، فنی و اعتباری بیشتر از کشاورزان کوچک‌مقیاس برای جایگزینی سموم شیمیایی پرخطر و ایجاد تشکل‌های کشاورزی جهت سمپاشی ایمن کشاورزان و یا مداخله تعاونی‌های تولیدی کشاورزان در بهبود مدیریت فعالیت‌های مشارکتی سمپاشی، بر کاهش هزینه‌های استفاده از سموم شیمیایی و بهبود ادراک صحیح کشاورزان بسیار اثربخش خواهد بود.

مطابق نتایج تحقیق، ادراک از اثرات سلامتی و زیست‌محیطی آفت‌کش‌های شیمیایی نقشی اثرگذار بر کاهش استفاده بیش از حد سموم میان کشاورزان دارد. در همین زمینه، طبق الگوی اعتقاد بهداشتی، هر چه بیشتر یک کشاورز اثرات سلامتی و تهدیدات سموم دفع آفات را درک کند، احتمال دارد که وی در استفاده از سموم دفع آفات و استفاده مجاز سموم شیمیایی رفتارهای ایمن‌تری نشان دهد (Sharifzadeh *et al.*, 2018). شناخت ادراک کشاورزان از میزان خطرناکی سموم، متکی به بازخوردهای آموزشی از کشاورزان، توسط مروجان کشاورزی است. هر چند عامل افزایش دانش (توسط برگزاری دوره های آموزشی) می‌تواند با بهبود ادراک کشاورزان اثرگذار باشد؛ ولی بدون توجه به ادراک شکل گرفته کشاورزان، ارتقای رفتار ایمنی و ریسک سلامتی در استفاده از آفت‌کش‌ها رشد قابل قبولی نخواهد داشت (Joko *et al.*, 2020). بنابراین، بایستی فعالیت‌های آموزشی به کشاورزان و استفاده از رسانه های جمعی، به گونه‌ای مدیریت شود تا بازخوردهای مداوم آموزشی (چه در زمان آموزش و چه در زمان فعالیت‌های سمپاشی کشاورزان) توسط مروجان کشاورزی، صورت گیرد. توجه به این اقدام، احتمالاً ادراک ناصحیح احتمالی کشاورزان در ارتباط با شدت اثرات سموم را بهبود خواهد داد. به علاوه، مطابق یافته‌های تحقیق، هنجار اجتماعی حاکم بر محیط کشاورزان بر تشویق بیش‌مصرفی و افزایش ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی تأکید دارد. بهبود هنجار اجتماعی در راستای کاهش ریسک سلامتی در مصرف سموم شیمیایی متکی به حمایت، همراهی و جلب نظر ریش‌سفیدان، معتمدان محلی و کشاورزان ماهر منطقه است. از این‌رو، برگزاری جلسات هم‌اندیشی با معتمدان محلی و توجیه آنان در راستای مضرات بیش‌مصرفی سموم شیمیایی می‌تواند گام اولیه مناسبی برای بهبود هنجار اجتماعی در راستای کاهش بیش‌مصرفی سموم شیمیایی در میان کشاورزان باشد.

منابع

بندری، ا.، باقری، ا.، و سوختانلو، م. (۱۳۹۷). تحلیل رفتار ایمنی - بهداشتی کشاورزان دشت مغان در بکارگیری سموم شیمیایی. *مجله علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران*. دوره ۱۴، شماره ۲، صص ۱۸۳-۱۶۱.

حسنی دهقان، ف.، و رضایی، ع. (۱۳۹۵). عوامل مؤثر بر رفتار کشاورزان درجهت تحقق ایمنی غذایی درون‌مزرعه ای. دومین کنگره سراسری در مسیر توسعه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۲۲ اردیبهشت ۱۳۹۵، گرگان، صص ۷-۱.

رحیم‌نژاد، س.، بهرامی، ع.، قربانی، ف.، و رحیم‌پور، ر. (۱۳۹۶). مقایسه ارزیابی ریسک بهداشتی هیدروکربن‌های سرطان‌زا در هوای محیط کار در یک صنعت وابسته به نفت به روش سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (EPA) و روش دپارتمان منابع انسانی مالزی. *مجله سلامت کار ایران*، دوره ۱۴، شماره ۵، صص ۱۱۷-۱۰۷.

سوختانلو، م. (۱۳۹۸). واکاوی عوامل مؤثر بر بروز رفتار ایمنی در استفاده از آفت‌کش‌ها، میان سیب‌زمینی‌کاران دشت اردبیل. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، معاونت پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

هوشمندان مقدم فرد، ز.، و شمس، ع. (۱۳۹۵). عوامل مؤثر بر رفتار مصرف سموم شیمیایی توسط گلخانه‌داران استان زنجان. *مجله علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران*. دوره ۱۲، شماره ۱۹، صص ۱۳۱-۱۱۹.

یزدان‌پناه، م.، توکلی، ک.، و مرزبان، ا. (۱۳۹۴). بررسی عوامل مؤثر بر نیت کشاورزان در رابطه با کاربرد ایمن سموم شیمیایی: کاربرد مدل اعتقادات سلامت. *علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران*. دوره ۱۱، شماره ۲، صص ۲۹-۲۱.

Abtew, A., Niassy, S., Affognon, H., Subramanian, S., Kreiter, S., Garzia, GT., and Martin, T. (2016). Farmers' knowledge and perception of grain legume pests and their management in the Eastern province of Kenya. *Crop Protection*, 87, 90–97.

Afshari, M., Poorolajal, J., Assari, M. J., Rezapur-Shahkolai, F., and Karimi-Shahanjarini, A. (2018). Acute pesticide poisoning and related factors among farmers in rural Western Iran. *Toxicology and Industrial Health*, 074823371879573, 1, 1-14.

Akter, M., Fan, L., Rahman, M.M., Geissen, V., and Ritsema, C. (2018). Vegetable farmers' behavior and knowledge related to pesticide use and related health problems: a case study from Bangladesh. *J. Clean. Prod*., 200, 122-133.

Asgar, E., Jafar, G., and Morteza, K. (2017). Colorado Potato Beetle (Leptinotarsa decemlineata Say) Control Potential of Essential Oil Isolated from Iranian Cymbopogon citratus Stapf. Natural Product Sciences. *The Korean Society of Pharmacognosy*, 23(4), 235-238.

Bagheri, A., Bondori, A., Allahyari, M. S., and Damalas, C. A. (2019). Modeling farmers' intention to use pesticides: An expanded version of the theory of planned behavior. *Journal of Environmental Management*, 248, 109291.

Bagnara, S., Tartaglia, R., Albolino, S., Alexander, T., and Fujita, Y. (2019). Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA). Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer International Publishing, held in Florence, 821, August 26-30, Italy.

Bartlett J. E., Kotrlik J. W., and Higgins, C. C. (2001). Organizational research: determining appropriation sample size in survey research. Inf. Technol. *Learn. Perform. J.*, 19, 43–50.

Bavel, J.J.V., Baicker, K., and Boggio, P.S. (2020). Using social and behavioural science to support COVID-19 pandemic response. *Nature human behavior*, 4, 460–471.

Chandrashekar, H. M. (2020). Producers participatory approach towards organic in mysore district. *Research Explorer*, 8 (26), 11-23.

Chen, J., Lin, Y., and Kuo, W. (2013). Pesticide residue removal from vegetables by ozonation. *Journal of Food Engineering*, 114, 404– 411.

Chionis, D., and Karanikas, N. (2018). Differences in Risk Perception Factors and Behaviors amongst and within Professionals and Trainees in the Aviation Engineering Domain. *Aerospace*, 5(2), 62. 1-23.

Cornell University. (2019). List of Pesticide Active Ingredient EIQ values, The EIQ Equation, collage of agriculture and life science. Available at: <https://nysipm.cornell.edu/eiq/list-pesticide-active-ingredient-eiq-values/>

Damalas, C. A., and Abdollahzadeh, G. (2016). Farmers' use of personal protective equipment during handling of plant protection products: Determinants of implementation. *Science of The Total Environment*, 571, 730–736.

Damalas C.A., and Khan, M. (2016). Farmers' attitudes towards pesticide labels: implications for personal and environmental safety. *International Journal of Pest Management*, 62, 319-325.

Deihimfard, R., Zand, E., Damghani, A.M., and Soufizadeh, S. (2007). Herbicide risk assessment during the Wheat Self-sufficiency Project in Iran. *Pest Management Science*, 63, 1036 -1045.

Diyanat, M., Mofidi, S., and Ramezani, M. (2019). Study of the Soil Characteristics and Utilization History of Metribuzin Used in Potato Fields on its Efficiency to Control of Redroot Pigweed (Amaranth retroflexus L.). *Weed Research journal*, 10 (2), 1-14.

El-Nahhal Y. (2016). Biochemical changes associated with long term exposure to pesticide among farmers in the gaza strip. *Occupational Diseases and Environmental Medicine*, 4 (3), 72–82.

Gao, Y., Dong, J., and Zhang, X. (2019) Enabling for-profit pest control firms to meet farmers' preferences for cleaner production: evidence from grain family farms in the Huang-huai-hai plain, China. *Journal of Cleaner Production*, 227 (4), 141-148.

Gizaw, Z. (2019). Public health risks related to food safety issues in the food market: a systematic literature review. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 24(1), 1-21.

Hahn, M.B., Riederer, A.M., and Foster, S.O. (2009). The livelihood vulnerability index: a pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change – a case study in Mozambique. *Global Environmental Change*, 19, 74–88.

Hashemi, S.M., Rostami, R., Hashemi, M.K., and Damalas, C.A. (2012). Pesticide use and risk perceptions among farmers in southwest Iran. *Human and Ecological Risk Assessment*, 18 (2), 456-470.

Huang, Y., Luo, X., Tang, L., and Yu, W. (2020). The power of habit: does production experience lead to pesticide overuse? *Environmental Science and Pollution Research*, 27 (5), 25287–25296.

Jallow, M. F., Awadh, D.G., Albaho, M.S., and Devi, V.Y. (2017). Thomas BM. Pesticide knowledge and safety practices among farm workers in Kuwait: results of a survey. *International journal of environmental research and public health*, 14 (340), 1-15.

Jamal, F., Haque, Q.S., and Singh, S. (2016). The influence of pesticides on hepatic and renal functions in occupational sprayers of rural malihabad, Lucknow (India). *Toxicology: Open Access*, 1 (1), 1–7.

Jin, J., Wang, W., He, R., and Gong, H. (2016). Pesticide Use and Risk Perceptions among Small-Scale Farmers in Anqiu County, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(1), 29.

Joko, T., Dewanti, N. A. Y., and Dangiran, H. L. (2020). Pesticide Poisoning and the Use of Personal Protective Equipment (PPE) in Indonesian Farmers. *Journal of Environmental and Public Health*, 1, 1–7.

Keshavarz, M., Maleksaeidi, H., and Karami, E. (2017). Livelihood vulnerability to drought: A case of rural Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 21, 223–230.

Kniss, A.R., and Coburn, C.W., (2015). Quantitative Evaluation of the Environmental Impact Quotient EIQ for Comparing Herbicides. *PLoS ONE*, 106. e0131200.

Lamichhane R., Lama N., Subedi S., Singh S. B., Bilakshan-Sah R. and Kumar Yadav, B. (2018). Health Risk Behavior and Use of Safety Precaution among Pesticide Handling Farmers of Duhabi-Bhaluwa Region, Sunsari, Nepal. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine Research*, 23, 37-43.

Li, J., and He, R. (2020). Relationships among socioeconomic factors, rice planting method and pesticide use. Environ Dev Sustain, available at: <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00920-w>

Londoño Pineda, A. A., Vélez Rojas (Oscar), O. A., Jonathan, M. P., and Sujitha, S. B. (2019). Evaluation of climate change adaptation in the energy generation sector in Colombia via a composite index; A monitoring tool for government policies and actions. *Journal of Environmental Management*, 109453, 250, 1-9.

Manfo, F. P. T., Mboe, S. A., Nantia, E. A., Ngoula, F., Telefo, P. B., Moundipa, P. F., and Cho-Ngwa, F. (2020). Evaluation of the Effects of Agro Pesticides Use on Liver and Kidney Function in Farmers from Buea. *Cameroon. Journal of Toxicology*, 20, 1–10.

Mehmood, Y., Arshad, M., Kaechele, H., Mahmood, N., and Kong, R. (2020). Pesticide residues, health risks, and vegetable farmers' risk perceptions in Punjab, Pakistan. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 1–19.

Moradhaseli S., Sadighim H., and Ataei, P. (2017). Investigation of the farmers' Safety and Protective Behavior to Use Pesticides in the Farms. *HEHP*, 5 (2), 53-65.

Morteza, Z., Mousavi, S. B., Baghestani, M. A., and Aitio, A. (2017). An assessment of agricultural pesticide uses in Iran, 2012-2014. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 15(10), 1-8.

Najafi Saleh, H., Kavosi, A., Pakdel, M., Yousefi, M., Baghal Asghari, F., and Mohammadi, A. A. (2018). Assessment health status of ICU medical equipment levels at Neyshabur hospitals using ICNA and ACC indices. *MethodsX*, 5, 1364–1372.

Narenderan, S.T., Meyyanathan, S.N., and Babu, B. (2020). Review of pesticide residue analysis in fruits and vegetables. Pre-treatment, extraction and detection techniques. *Food Research International*, 133, 109141.

Negatu, B., Kromhout, H., Mekonnen, Y., and Vermeulen, R. (2016). Use of Chemical Pesticides in Ethiopia: a cross-sectional comparative study on Knowledge, Attitude, and Practice of farmers and farm workers in three farming systems. *The Annals of occupational hygiene*, 60(5), 551-566.

Nehra, M., Dilbaghi, N., Marrazza, G., Kaushik, A., Sonne, C., Kim, K.-H., and Kumar, S. (2021). Emerging nanobiotechnology in agriculture for the management of pesticide residues. *Journal of Hazardous Materials*, 401. 123369.

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2008). Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide, European commission, Publication of OECD. Available at: <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>

Panda, S., Chakraborty, M., and Misra, S. K. (2016). Assessment of social sustainable development in urban India by a composite index. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5(2), 435–450.

Pan D., He M. and Kong F., (2020). Risk attitude, risk perception, and farmers' pesticide application behavior in China: a moderation and mediation model. *Journal of Cleaner Production*, 124241.

Philippe V., Neveen A., Marwa A. and Ahmad Basel, A.Y. (2021). Occurrence of pesticide residues in fruits and vegetables for the Eastern Mediterranean Region and potential impact on public health. Food Control. 119, 107457.

Rezaei, R., Safa, L. and Ganjkhanlo, M. M. (2020). Understanding farmers' ecological conservation behavior regarding the use of integrated pest management- an application of the technology acceptance model. *Global Ecology and Conservation*, e00941, 22, 1-18.

Russell-Green, S., Cotton, J., and Brumby, S. (2020). Research Engagement Changes Attitudes and Behaviours towards Agrichemical Safety in Australian Farmers. *Safety*, 6(1), 1-16.

Schreinemachers, P., Grovermann, C., Praneetvatakul, S., Heng, P., Nguyen, T.T.L., Buntong, B., Le, N.T., and Pinn, T. (2020). How much is too much? Quantifying pesticide overuse in vegetable production in Southeast Asia. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118738.

Scriven, M. (2007). The logic and methodology of checklists. Kalamazoo, MI: The Evaluation Center. Available at: <http://www.wmich.edu/evalctr/checklists/>

Serna, C., Czerny, M., Londoño, A., and Rojas, O. (2015). Livelihood assessment in district 1 of Medellin–Colombia. *Miscellanea Geographical*, 19 (4), 9–20.

Sharifzadeh, M. S., Abdollahzadeh, G., Damalas, C. A. and Rezaei, R. (2018). Farmers' Criteria for Pesticide Selection and Use in the Pest Control Process. *Agriculture*, 8 (24),1-16.

Sookhtanlou, M., Allahyari, M.S. (2021). Farmers' health risk and the use of personal protective equipment (PPE) during pesticide application. *Environmental Science and Pollution Research*, 59, 1-16.

Tajmiri, P., Fathi, S.A.A., Golizadeh, A., and Nouri-Ganbalani, G. (2017). Effect of strip-intercropping potato and annual alfalfa on populations of Leptinotarsa decemlineata Say and its predators. *Int J Pest Manage*, 63,273–279.

Wang, J., Chu, M., and Ma, Y. (2018). Measuring Rice Farmer's Pesticide Overuse Practice and the Determinants: A Statistical Analysis Based on Data Collected in Jiangsu and Anhui Provinces of China. *Sustainability*, 10(3), 677.

WHO (World Health Organization). (2010). *WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2009*. World Health Organization. Inter-Organization Program for the Sound Management of Chemicals (IPCS).

Wilson, R. S., Zwickle, A., and Walpole, H. (2019). Developing a Broadly Applicable Measure of Risk Perception. *Risk Analysis*, 39 (4), 777-791.

Wouterse, F., and Badiane, O. (2019). The role of health, experience, and educational attainment in agricultural production: evidence from smallholders in Burkina Faso. *Agric Econ*, 50 (4), 421–434.

Yarpuz-Bozdogan, N. (2018). The importance of personal protective equipment in pesticide applications in agriculture. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 4, 1–4.