حشرات خوراکی، چالش‌ها و فرصت‌ها

Edible Insects, Challenges and Opportunities

یحیی استادی[۱*]، غلامرضا یاوری[۲]، محسن شوکت فدایی[۲]، مجید احمدیان[۳] و سهراب ایمانی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۲۱

چکیده

از چالش‌های عمده کنونی این است که چگونه می‌توان جمعیت جهان که در سال ۲۰۵۰ به ۹ میلیارد نفر می‌رسد را از خطر گرسنگی نجات داد؟ همگام با محدودیت منابع، قیمت مواد غذایی و پروتئینی نیز افزایش یافته و باعث می‌گردد که روزانه عده زیادی از افراد در سراسر جهان به زیر خط فقر بروند. حال این سوال مطرح می‌گردد که برای رفع معضل گرسنگی جمعیت کره زمین چه منابع دیگری وجود دارد؟ در اینجا استفاده از پتانسیل حشرات به عنوان غذا و خوراک برای انسان، دام و طیور می‌تواند راه حل مناسبی برای حل بحران جهانی غذا و ناجی گرسنگی باشد. تحقیق حاضر مروری کوتاه بر تاریخچه حشره‌خواری در ایران و جهان، ارزش غذایی حشرات برای انسان، دام و طیور، پراکندگی حشرات خوراکی در سطح جهان، معرفی برخی از گونه‌های مهم حشرات خوراکی و همچنین چالش‌ها و فرصت‌های در پیش رو و مزایا و معایب استفاده از حشرات به عنوان غذا دارد.

واژگان کلیدی: حشرات خوراکی، غذای انسان، غذای دام و طیور، چالش‌ها و فرصت‌های غذایی

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار گروه تخصصی اقتصاد کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ،تهران، ایران

۳- استاد دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، تهران، ایران

۴- استادیار گروه تخصصی حشره‌شناسی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه ازاد اسلامی تهران، تهران، ایران

نویسنده مسئول مکاتبات: ostadi.y@gmail.com

مقدمه

تامین غذای جمعیت جهان با تقاضای بالای مصرف‌کننده مستلزم افزایش در تولید غذا است. فقر و گرسنگی، کمبود غذا، انرژی، آب و بحران‌های مالی چالش‌های عمده‌ایی هستند که بایستی مورد مطالعه قرار بگیرند. افزایش قیمت نهاده‌های کشاورزی و تردید در سلامت مواد غذایی در کنار تغییرات شرایط آب و هوایی و گرم شدن کره زمین ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ایی نیز مزید بر علت شده است. اگر افزایش قیمت انواع کود، توجه روزافزون به حفظ جنگل‌ها و نامنظم شدن بارش باران به علّت تغییر شرایط آب و هوائی زمین را نیز در کنار افزایش قیمت مواد غذایی قرار بدهیم، حال این سوال مطرح می‌گردد که برای رفع معضل گرسنگی جمعیت کره زمین چه منابع دیگری وجود دارد؟

در اینجا استفاده از پتانسیل حشرات به عنوان غذا و خوراک برای انسان، دام و طیور می‌تواند راه حل مناسبی برای حل بحران جهانی غذا و ناجی گرسنگی باشند (FAO, 2013; Yates-Doerr, 2015; Hamerman, 2016). حشرات حدود یک میلیون گونه از ۱/۴ میلیون گونه جانوری توصیف شده بر روی زمین را تشکیل می‌دهند. برخلاف باور عمومی، از یک میلیون گونه حشره، تنها حدود ۵۰۰۰ گونه از آن‌ها برای محصولات کشاورزی، دام و انسان مضر هستند (Van Lenteren, 2006). حشرات به عنوان اجزای بسیار تأثیرگذار بر اکوسیستم‌ها مطرح هستند و نقش مهمی در تولید مثل گیاهان و گرده‌افشانی دارند (Ingram *et al.*, 1996). نقش حشرات در تجزیه بیولوژیکی زباله‌ها نیز بسیار مهم است که می‌توان از ۴۰۰۰ گونه شناخته شده سوسک‌ها که نقش مهمی را در کمپوست‌سازی دارند نام برد (Bornemissza, 1976). به دلیل بالا بودن درصد پروتئین از حجم بدن حشرات (Pascucci and Magistris, 2013)، در گزارش سازمان ملل متحد، انواع حشرات خوراکی جایگزین مناسبی برای پروتئین‌های مرغ، گوشت و ماهی شمرده شده است. یکصد و سیزده کشور جهان از ۴۴ گونه حشره خوراکی به عنوان غذا استفاده می‌کنند (Yen, 2009). با آن وجود بسیاری از مردم جهان چنین پیشنهادی را منزجرکننده می‌دانند و موانع بسیاری در پیش روی حشره‌خواری در بین افراد وجود دارد (Looy and Wood, 2014; Hamerman, 2016; Pascucci and Magistris, 2013). علاوه بر این ترس و وحشت از این موجودات در بین مردم جهان رایج بوده است (Cicatiell *et al*., 2016a). عده‌ای از مردم حشرات را به عنوان عامل انتقال بیماری‌ها و انواع آلودگی‌ها می‌دانند و نسبت به آن‌ها حساسیت دارند (Pascucci and Magistris, 2013). در کنار تبلیغات منفی افراد (Sogari, 2015)، بعضی از جوامع نیز درسایه تعصبات فرهنگی و مذهبی، خوردن حشرات را جایز نمی‌دانند (Egan, 2013). از سوی دیگر فقدان استانداردها و قوانین مدون و جامع در رابطه با ایمنی مواد غذایی و زیست محیطی در مورد حشرات خوراکی، پذیرش این دسته از مواد غذایی را در میان مردم مشکل‌تر نموده (Sogari, 2015) و عده‌ای نیز طعم و مزه آن‌ها را ناخوشایند و نامطبوع می‌دانند (Hamerman, 2016). به همین دلیل پیشنهاد شده که صنایع غذایی با قرار دادن حشرات در دستورالعمل‌های جدید غذایی و اضافه کردن آن‌ها به منوهای رستوران‌ها (FAO, 2013) و همچنین اجرای برنامه‌های آشپزی در تلویزیون به استفاده از حشرات در تأمین مواد غذایی کمک نمایند (Hamerman, 2016). بنا بر اعلام کارشناسان سازمان خواربار جهانی (FAO)، گنجاندن حشرات در رژیم غذایی کاملاً قابل توجیه بوده و پرورش آن‌ها به کاهش آلودگی‌های زیست محیطی منجر خواهد شد. اما هنوز این ابتکار فائو، حتی در مناطقی که حشرات، به عنوان غذای سنتی محسوب می‌شود نیز با برخوردهای متفاوت روبرو است و موانع و محدودیت‌هایی در این خصوص وجود دارد (FAO, 2013). بررسی حشرات به عنوان غذا، کم‌تر تحت نظارت و قانون‌گذاری دولت‌ها قرار گرفته است. در واقع، در شرایط کنونی مزارع تولید حشرات بیش‌تر به‌عنوان منابع غذایی برای تغذیه دام‌ها شکل گرفته که هماهنگ با استاندارد و امنیت غذایی نیست. اما تلاش‌های صورت گرفته از سوی فائو به پرورش این محصولات در ابعاد گسترده و صادرات آن‌ها به ملل غربی منجر شده است. بازاری که تقاضا برای تأمین نیازهای تجملی و کنجکاوانه افراد در آن، فراتر از قوانین رسمی به شدت در حال رشد است (FAO, 2013).

تاریخچه حشره‌خواری در جهان و ایران

تجزیه و تحلیل فسیل فضولات بر جا مانده در غارها در مناطقی از ایالات متحده و مکزیک اثراتی از حضور حشراتی مانند مورچه، لارو سوسک، شپش، ساس و کنه نشان داد. نقاشی‌های موجود در یک غار کشف شده در منطقه آلتامیرا در شمال اسپانیا که در حدود ۹۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح به تصویر کشیده شده است، نشان‌دهنده مجموعه‌ای از حشرات خوراکی و جمع‌آوری لانه زنبور عسل وحشی توسط مردم بوده است (Capinera, 2004). همچنین در استان شانچی چین پیله کرم ابریشم وحشی با قدمتی حدود ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح یافت شد که دارای سوراخ بزرگی است که نشان می‌دهد شفیره آن خورده شده است (Capinera, 2004). در یونان باستان خوردن زنجره تجمل‌گرایی محسوب می‌شده و رومی‌ها در لیست لذیذترین غذاهای‌شان از لارو سوسک‌ها نام برده‌اند. در کتاب مقدس یهودیان نیز خوردن ملخ و جیرجیرک جایز است. ارسطو دانشمند و فیلسوف بزرگ یونان باستان نیز در مورد فواید خوردن ملخ از خود نوشته‌هایی بر جا گذاشته است (Van Huis *et al.*, 2013).

سوسک طلایی معمولی اروپایی (*Melolontha melolontha*) به صورت سوپ در اروپا از قرن ۱۸ مصرف می‌شده است. سوسک طلایی با تغییر دیدگاه‌ها در ارتباط با مصرف حشرات به عنوان یک نمونه امیدوارکننده از گسترش حشرات به عنوان منبع مواد غذایی مطرح است (Van Huis *et al.*, 2013).

تاریخچه حشره‌خواری در ایران دارای اطلاعات بسیار اندک بوده، اما با این وجود موارد معدودی از حشره‌خواری در ایران مشاهده می‌شود. در سال ۱۳۲۲ خورشیدی در خلال جنگ جهانی دوم در سیرجان به علت قحطی، مردم صبح زود ملخ‌ها را می‌گرفتند و به صورت برشته می‌خوردند (بی‌نام، ۱۳۹۰). سعدی شیرازی نیز در دیوان اشعار خود با اشاره به موضوع، می‌فرمایند: نه در کوه سبزی نه در باغ شخ ملخ بوستان خورده مردم ملخ

در باغشاه استان کرمان حشره‌ای وجود دارد که در گویش محلی چنز نامیده می‌شود. در لغتنامه دهخدا در مدخل واژه «چنزو» چنین نوشته شده است "که نوعی حشره است که در اطراف کرمان یافت می‌شود؛ این حشره به صورت تنقلات مصرف خوراک انسانی دارد" (بی‌نام، ۱۳۹۶). این حشره از خانواده *Cicadidae* و دارای سه گونه خوراکی به نام‌های میشی به رنگ سفید مایل به نخودی و سبز پسته‌ای کم رنگ، گووی و شتری که کمیاب و خوش خط و خال می‌باشد. میشی و گووی مصرف خوراکی بیش‌تری داشته است. در شهرستان بافت استان کرمان حشره-ای با نام محلی جرجرو با سه گونه گاوی، میشی و خلج وجود دارد. البته به نظر می‌رسد که جرجرو، چنز و چنزو هر سه یک حشره باشند. زنجره در خراسان جنوبی در شهرستان‌های قاین و بیرجند به نام تژق خوانده می‌شده که مصرف خوراکی داشته است؛ همچنین در نواحی دیگر خراسان در گویش نیشابوری نیز به این حشره چز گفته می‌شود (حاجی رضایی، ۱۳۹۶). مردم در استان‌های خراسان (سبزوار و نیشابور)، کرمان (سیرجان) و فارس به ویژه در شهرستان‌های گراش و آوز یا اوز در سال‌های دور ملخ را آب پز نموده و به مصرف می‌رساندند (عزیزی، ۱۳۹۶). در بخش‌هایی از سیرجان نیز اغلب باورهای عمومی مربوط به خواص درمانی حشرات است تا نقش تغذیه‌ای و سیرکنندگی آن‌ها (امیدوار، ۱۳۹۶).

ارزش غذایی حشرات خوراکی

حشرات، برای کودکان مبتلا به سوء تغذیه و زنان باردار می‌تواند مکمل غذایی مهمی باشد (Kenis and Hien, 2014). تحقیقات نشان داده که میزان پروتئین، چربی، مواد معدنی کمیاب، تنوع اسیدهای آمینه و ویتامین‌ها در حشرات بالا است (Melo *et al.*, 2011; Pascucci and Magistris, 2013; House, 2016; Testa *et al.*, 2017). ضمن اینکه از لحاظ غلظت مواد مغذی در هر گرم، ارزش غذایی حشرات به مراتب بیش‌تر از گوشت گاو یا حتی ماهی می‌باشد و لذا می‌تواند جایگزین مناسبی برای گوشت قرمز باشد. مقدار پروتئین حشرات بر اساس گونه آن‌ها بسیار متفاوت است. به‌طوری‌که برخی از حشرات همپای پستانداران، ماهیان و خزندگان هستند. مقدار پروتئین همچنین بستگی به نوع تغذیه حشره (مانند گیاهان، دانه‌ها یا ضایعات) نیز دارد. این موضوع حشرات را به عنوان

یک منبع غذایی در مقایسه با احشام بسیار ارزشمند می‌کند (Cerritos Flores *et al*., 2014 ; House, 2016). میزان تولید پروتئین جیرجیرک در مقایسه با گاو ۱۲برابر است (Sogari, 2015). بنابراین می‌توان گفت، پتانسیل حشرات برای تبدیل مواد آلی با کیفیت پایین به مواد غذایی با کیفیت بالا، بسیار زیاد است (EFSA, 2015). ارزش غذایی حشرات خوراکی بسیار متغیر است، عوامل متعددی مانند تنوع بالای گونه‌ها، مرحله زیستی حشره (بخصوص گونه-هایی با دگردیسی کامل مانند مورچه‌ها، زنبورها و سوسک‌ها)، اقلیم و رژیم غذایی آن‌ها، بر ارزش غذایی حشرات تأثیر می‌گذارند (Ayieko and Oriaro, 2008).

ارزش تغذیه‌ای حشرات برای مصرف انسان

حشرات یک منبع غذایی بسیار مغذی و سالم با چربی بالا، پروتئین، ویتامین، فیبر و مواد معدنی می‌باشند. ارزش غذایی حشرات خوراکی به دلیل تنوع گونه‌ای آن‌ها بسیار متغیر است. ارزش غذایی حشرات حتی در گونه‌های یکسان، ممکن است بسته به مرحله دگردیسی، زیستگاه و رژیم غذایی متفاوت باشد. به عنوان مثال، ترکیب غیراشباع امگا ۳ و شش اسید چرب درلاروها قابل مقایسه با مقادیر موجود در ماهی بوده و حتی بیش‌تر از گاو و خوک است؛ پروتئین، ویتامین و مواد معدنی لاروها مشابه مقادیر موجود در ماهی و گوشت گاو است (Van Huis *et al.*, 2013). رامپولد و شلوتر (۲۰۱۳) ترکیبات غذایی ۲۳۶ گونه حشره خوراکی را جمع‌آوری و در مقاله‌ایی منتشر کردند. هرچند که تفاوت‌های قابل توجهی در میان داده‌ها وجود داشت، اما بسیاری از حشرات خوراکی حاوی مقادیر رضایت بخشی از انرژی و پروتئین بوده و می‌توانستند میزان اسید آمینه مورد نیاز بدن انسان را تأمین نماید. همچنین بدن حشرات دارای مقادیر زیادی اسیدهای چرب ضروری و غیرضروری بوده و غنی از مواد ریزمغذی مانند مس، آهن، منیزیم، منگنز، فسفر، روی، سلنیوم، ریبوفلاوین، اسید پانتوتنیک، بیوتین و در برخی از موارد اسید فولیک می‌باشند (Rumpold and Schlüter, 2013). Ramos-Elorduy (۱۹۹۷) ضمن بررسی ۷۸ گونه حشره از کشور مکزیک، مقدار کالری را بین۲۹۳ تا ۷۶۲ کیلو کالری در هر ۱۰۰ گرم ماده خشک گزارش نمود. حشرات همچنین می‌توانند به عنوان منبع پروتئین در سفرهای فضایی و در ایستگاه‌های فضایی به کار گرفته شوند (Katayama *et al*., 2008; Hu *et al*., 2010).

ارزش تغذیه‌ای حشرات برای مصرف دام، طیور و آبزیان

تقاضای بالا و همچنین قیمت‌های بالا برای پودر ماهی و سویا در سال‌های اخیر، همراه با افزایش صنعت آبزی‌پروری، باعث توسعه تحقیقات با هدف افزایش پروتئین حشرات به منظور پرورش مرغ و ماهی شده است. محصولات خوراکی مبتنی بر حشرات می‌تواند یک بازار مشابه با پودر ماهی و سویا، که در حال حاضر از اجزای اصلی در فرمول خوراک آبزیان و دام هستند داشته باشند. شواهد موجود نشان می‌دهد که خوراک مبتنی بر حشرات قابل مقایسه با پودر ماهی و سویا است. در حال حاضر، حشرات زنده و مرده به عنوان غذا عمدتا به عنوان خوراک برای حیوانات خانگی و در باغ وحش‌ها مصرف می‌شوند (Van Huis *et al.*, 2013). مطالعات نشان داده‌اند که شفیره کرم ابریشم به عنوان فرآورده جانبی تولید نخ ابریشم می‌تواند جایگزین کامل وعده ماهی در رژیم غذایی مرغ تخم‌گذار (تولیدات تخم مرغ) و مکمل رژیم غذایی مرغ تا میزان ۵۰ درصد شود. ملخ‌ها و جیرجیرک‌ها نیز می‌توانند جایگزین کامل وعده‌های ماهی و سویا باشند(Munyuli Bin Mushambanyi and Balezi, 2002). در کیووی جنوبی، جمهوری دموکراتیک کنگو، احتمال جایگزینی وعده غذایی گوشت بسیار گران که ۲۰درصد حجم خوراک در مرغداری را تشکیل می‌دهد، با آرد حاصل از سوسک‌ها و موریانه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات نشان داد که آرد حشرات می‌تواند از نظر پروتئینی جایگزین مناسبی در جیره خوراک طیور باشد (Ramos Elorduy and Pino, 2002). در آزمایشی دیگر لارو سوسک زرد آرد که در محیط کم مغذی با محصولات زائد پرورش داده شده بودند به عنوان غذا به جیره غذایی مرغ‌های گوشتی اضافه شدند. این لاروها قادر بودند که

محیط ضعیف غذایی با محصولات زائد را به یک رژیم غذایی پر پروتئین تبدیل کنندکه یک منبع پروتئینی مناسب به عنوان جایگزین سویا در خوراک طیور می‌باشد. نتایج مشابهی در آزمایشات با کرم ابریشم، شپشه آرد و موریانه‌ها یافت شد؛ در میان امید بخش‌ترین گونه‌ها برای تولیدات غذایی صنعتی می‌توان به لارو مگس خانگی، کرم ابریشم و لارو سوسک زرد آرد اشاره کرد. ملخ‌ها و موریانه‌ها نیز منابع مناسب و با دوامی بوده، اما اهمیت کم‌تری دارند (Ramos Elorduy and Pino, 2002). در هند تغذیه طیور با فضولات کرم ابریشم، که تا به حال از آن‌ها فقط در تولید کودهای آلی استفاده می‌گشت، راندمان بهتری را نسبت جیره‌های متداول نشان داده است (Krishnan *et al*., 2011). پنج درصد کشاورزان از موریانه‌ها برای تغذیه ماهی‌ها استفاده می‌کنند؛ به این‌صورت که موریانه‌ها را به طور مستقیم جمع‌آوری کرده و یا از جمع‌آوری کنندگان می‌خرند. در جنوب شرقی آسیا تاباندن نور فلوئورسنت در بالای حوضچه‌های ماهی بسیار متداول است. نور حشرات را جذب می‌کند که به دلیل انعکاس آن در آب به داخل حوضچه می‌افتند و توسط ماهی‌ها خورده می‌شوند. جیرجیرک و ملخ‌های بدون بال نیز به عنوان طعمه ماهی استفاده می‌شوند (Van Itterbeeck, 2014). در هند، تحقیقاتی در مورد استفاده از ملخ به عنوان جیره غذایی برای دام و طیور انجام شد. چرا که رژیم غذایی متداول حدود ۶۰٪ از کل هزینه‌های پرورش حیوانات اهلی را تشکیل می‌داد و از طرف دیگر نیز به علت رقابت میان انسان و حیوانات اهلی، کمبود مواد غذایی مانند سویا و ذرت به چشم می‌خورد. به‌علاوه، صید این ملخ‌های خوراکی در مزرعه و چمنزارها ممکن است امکان کاهش استفاده از آفت کش‌های مضر را برای کنترل آن‌ها به همراه داشته باشد. چهار گونه از ملخ‌های خانواده Acrididae از نظر محتوای غذایی مورد بررسی قرار گرفته‌اند که شامل *Oxya fuscovittata*، *Acrida exaltata*، *Hieroglyphus banian* و *Spathoternum prasiniferum* بودند. این مطالعه نشان داد که Acrididae ها دارای مقدار پروتئین بالاتری در مقایسه با پودر ماهی و سویا می‌باشند(Anand *et al*., 2008).

آزمایشات تغذیه روی گونه‌هایی از ماهیان نشان داد که جایگزین ۲۵ و ۵۰ درصدی با ملخ‌های Acrididae nv رژیم‌های غذایی به نتایج خوبی منتهی گردید. کلیه پارامترهای رشدی مورد اندازه‌گیری برای ماهیان، با استفاده از ماده غذایی فرموله شده با Acrididaeها بیش‌تر از رژیم‌های غذایی تجاری موجود بودند، در نتیجه Acrididaeها می‌توانند جایگزین مناسبی برای رژیم غذایی ماهیان باشند (Anand *et al*., 2008).

فرآوری فروش حشرات خوراکی برای غذا و خوراک

قیمت نمونه‌های حشرات با توجه به تعداد، حجم و وزن آن‌ها تعیین می‌شود و لذا از قیمت‌های متنوعی در سطح روستا، در بازارها و در بازار فروش مجازی برخوردارند. در کنیا، یک کیلوگرم موریانه به قیمت ۱۰ یورو و یک قوطی ۷۰ گرمی شفیره مورچه به قیمت ۷/۵ یورو در بریتانیا و ایرلند شمالی فروخته می‌شود. در هلند، ۵۰ گرم لارو سوسک آرد زرد و قهوه‌ای دارای قیمت ۴/۸۵ یورو است و ۳۵ ملخ مهاجر با قیمت ۹/۹۹ یورو در وب سایت‌ها به فروش می‌رسند درحالی‌که در جمهوری دمکراتیک خلق لائوس، قیمت ملخ بسیار پایین‌تر است و در حدود هشت تا ده یورو در هر کیلوگرم عرضه می‌گردد. در مکزیک، ملخ‌های بومی با نام عمومی چاپولین، تحت جنس *Sphenarium* به قیمت حدود ۱۲ یورو در هر کیلوگرم فروخته می‌شوند. در بازارهای کامبوج، یک قوطی (حدود ۲۰۰-۱۵۰ گرم) جیرجیرک به قیمت ۰/۴ تا ۰/۷ یورو به فروش می‌رسد (Van Huis, 2013). بنابر گزارش مرکز اطلاعات و آمار سازمان ملل متحد در طی سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶ تعداد ۶۲ کشور در صادرات و ۹۲ کشور در واردات حشرات به جز زنبور عسل نقش داشتند. کشورهای بلژیک، هلند، آلمان، کانادا و آمریکا پیشگام در صادرات حشرات خوراکی و کشورهای آلمان، آمریکا، اسلواکی، بلژیک، دانمارک، کانادا، هلند، نروژ و فرانسه بیش‌ترین واردات حشرات خوراکی را به خود اختصاص دادند (United nations, 2017b; United nations, 2017a). به علت فساد سریع حشرات جمع‌آوری شده پس از مرگ، معمولاً به‌صورت زنده آماده طبخ می‌گردند. آماده‌سازی و روش‌های پخت و پز در میان گروه‌های فرهنگی مختلف متفاوت است. به لحاظ سنتی، حشرات خوراکی بدون روغن و با روش‌های کباب کردن، دودی کردن، بخارپز، آب پز کردن، با استفاده از سس تند و سالاد نیم پخته و همچنین به صورت خام مصرف

می‌شوند. معمولاً در میان روستائیان فقیر، حشرات همراه با غذاهای گیاهی و همچنین به صورت سوپ‌های دارای ادویه زیاد یا ساده تهیه می‌شوند (FAO, 2013). مصرف حشرات به عنوان یک منبع اضطراری غذا تنها دلیل مصرف آن‌ها نیست. یک نظرسنجی در کینشازا در سال ۲۰۰۳ گزارش داد که ۷۰ درصد از جمعیت این شهر لارو پروانه‌ها را به خاطر ارزش غذایی و طعم آن‌ها مصرف می‌نمایند. به تدریج با گذشت زمان و کاهش منابع پروتئینی در دسترس، حشرات به یکی از مهم‌ترین عناصر رژیم غذایی تبدیل خواهند شد. در جمهوری افریقای مرکزی ۹۵ درصد از مردم در جنگل‌ها برای تأمین پروتئین مصرفی خود وابسته به تغذیه از حشرات هستند (FAO, 2004). برخی اوقات حشرات تنها منبع ضروری پروتئین (اسید آمینه)، چربی‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی برای جنگل‌نشینان هستند (FAO, 2013). فرآوری و ذخیره‌سازی حشرات و محصولات آن‌ها باید با مقررات سلامتی و بهداشتی حاکم بر تغذیه سنتی تطابق داشته باشد. به عنوان مثال امنیت میکروبی، مسمومیت، خوش طعمی و ترکیبات غیر ارگانیک آن در نظر گرفته می‌شود. اصول بهداشتی خاصی در این زمینه، به‌خصوص در صورت پرورش حشرات خوراکی در کود کشاورزی و ضایعات کشتارگاه می‌بایست مد نظر قرار گیرند. شواهد اندکی مبنی بر حساسیت به کرم خوراکی و مواردی از حساسیت به بندپایان نیز گزارش شده است (Van Huis *et al*., 2013).

جایگاه فرهنگ، مذهب و آداب و رسوم در حشره‌خواری

حشره‌خواری به شدت تحت تأثیر آداب و رسوم فرهنگی و مذهبی قرار داشته و در برخی نقاط جهان حشرات به عنوان منبع غذایی غالب مصرف می‌شوند. با این حال در اکثر کشورهای غربی، مردم رفتار حشره‌خواری را با انزجار مشاهده کرده و خوردن حشرات را نوعی رفتار بدوی می‌دانند. این نگرش منجر به غفلت از حشرات به عنوان منابع غذایی در تحقیقات کشاورزی شده است. با وجود منابع تاریخی مبتنی بر استفاده از حشرات به عنوان مواد غذایی، موضوع حشره‌خواری به تازگی و اخیراً توجه عمومی را در سراسر جهان به سمت خود معطوف کرده است (Van Huis *et al*., 2013). علیرغم نفرت جوامع غربی از حشرات خوراکی، بیزاری از خوردن حشرات به طرز بحث برانگیزی بر مردم کشورهای استوایی نیز تأثیر گذاشته است. در مالاوی، موریس پی برد مردم ساکن شهرها و مسیحیان مذهبی واکنش تحقیرآمیزی در برابر خوردن حشرات دارند (Morris, 2004). به استثنای ملخ، سایر حشرات در دین یهود نیز تحریم شده‌اند و حتی توصیه شده غذاها قبل از مصرف مورد بازبینی قرار گیرند تا حشره‌ای در آن‌ها نباشد؛ در دین اسلام نیز به غیر از ملخ، بقیه حشرات حرام شمرده شده است (Eidlitz, 2016). در بسیاری از جوامع، حشرات منبع بزرگی برای تأمین پروتئین حیوانی و جزء اجتناب‌ناپذیری برای تنوع رژیم غذایی به‌شمار می‌آیند، اما در بیش‌تر کشورها خوردن حشرات نه تنها یک الزام بلکه یک انتخاب بر پایه ذائقه شخصی می‌باشد. در حقیقت عمدتاً تغذیه از حشرات ضروری نبوده و امری انتخابی است و مصرف حشرات بخشی از فرهنگ بومی به شمار می‌رود. با این وجود حشرات می‌توانند عامل مؤثری در جلوگیری از کمبود فصلی غذا باشند (Dufour, 1987).

پراکندگی گونه‌های مختلف حشرات خوراکی در جهان از نظر جغرافیایی

تحقیقات (Jongema, 2017) نشان داد از مجموع ۲۱۱۱ حشره خوراکی که در دنیا به ثبت رسیده است، سوسک‌ها با ۶۵۹ گونه، لارو پروانه‌ها با ۳۶۲ گونه، مورچه‌ها، زنبور عسل و سایر زنبورها در مجموع با ۳۲۱ گونه، ملخ‌ها با ۲۷۸ گونه، سن‌ها با ۲۳۷ گونه، سنجاقک‌ها با ۶۱ گونه، موریانه‌ها با ۵۹ گونه، مگس‌ها و سوسری‌ها هر کدام با ۳۷ گونه به ترتیب دارای بیش‌ترین فراوانی بودند. سایر گونه‌های حشرات نیز در مجموع به تعداد ۴۵ گونه به ثبت رسیده است (Jongema, 2017). همچنین می‌توان به برخی از مهم‌ترین حشرات خوراکی موجود در جیره غذایی انسان، دام و طیور در کشورهای جهان اشاره نمود مانند: *Bombyx mori* از راسته Lepidoptera (Rao, 1994; Makkar *et al.,* 2014; Sánchez-Muros *et al.*, 2014; EFSA, 2015) *Tenebrio molitor*. از راسته Coleoptera (Sánchez-Muros *et al.*, 2014; Belforti *et al*., 2015; EFSA, 2015; Gasco *et al*., 2016) بالا خانواده‌های Acrididea و Grylloidea از راسته Orthoptera (;Anand *et al.*, 2008;

(EFSA, 2015). *Musca domestica* و *Hermetia illucens* از راسته Diptera (Sánchez-Muros *et al*., 2014; EFSA, 2015; Józefiak *et al*., 2016) و همچنین راسته‌های Hymenoptera, Hemiptera, Odonata و Blattodea (Jongema, 2017) طبق آخرین فهرست حشرات خوراکی (Jongema, 2017)، مکزیک در جنوب آمریکای شمالی، چین، تایلند و لائوس در آسیای جنوب شرقی، هند در جنوب آسیا و جمهوری دموکراتیک کنگو در مرکز آفریقا بیش‌ترین ثبت حشرات خوراکی را در جهان داشتند. از سوی دیگر، در این گزارش مناطق مختلف دنیا به شش قسمت منطقه‌بندی گردید که مناطق استوایی با ۳۱/۳ درصد، آسیای جنوب شرقی به ویژه جنوب چین با ۲۵/۷ درصد، نواحی گرمسیری آفریقا با ۱۹/۶ درصد، مناطق اروپا، بخشی از شمال آفریقا و آسیا ۱۴/۸ درصد، استرالیا با ۴/۵ درصد و نواحی سردسیر و معتدل آمریکای شمالی، کوه‌های شمال مکزیک، گرینلند شمالی و قطب شمال با ۴/۱ درصد به ترتیب بیش‌ترین پراکنش را از نظر ثبت حشرات خوراکی در جهان دارا بودند.

تولید و مصرف حشرات خوراکی در نقاط مختلف جهان

مصرف حشرات خوراکی در بسیاری از نقاط جهان مفهوم جدیدی نیست. از مورچه‌ها گرفته تا لارو سوسک‌ها که در قبایلی در آفریقا و استرالیا به عنوان بخشی از رژیم غذایی برای امرار معاش خورده می‌شود و محبوبیت ملخ ترد سرخ شده و سوسک‌ها که در تایلند به چشم می‌خورد. بنابر برآوردها حداقل ۲ میلیون نفر در سراسر جهان به طور منظم از حشرات به عنوان خوراک استفاده می‌کنند. بیش از ۱۹۰۰ گونه از حشرات به عنوان خوراکی ثبت شده‌اند، که بسیاری از آن‌ها در کشورهای گرمسیری هستند. شایع‌ترین گروه حشراتی که مصرف می‌شود سوسک‌ها، کرم‌ها، زنبور عسل، زنبورها، مورچه‌ها، ملخ‌ها، جیرجیرک‌ها، ساس‌ها، موریانه‌ها، سنجاقک‌ها و مگس‌ها هستند (Van Huis *et al*., 2013). اکثر لاروهای خوراکی مورد مصرف (۳۱ درصد) متعلق به راسته قاب‌بالان یا سوسک‌های حقیقی (Coleoptera) می‌باشند. مصرف لارو پروانه‌ها (Lepidoptera) در صحرای جنوب آفریقا به میزان ۱۸ درصد برآورد شده است. زنبورها و مورچه‌ها (Hymenoptera) به میزان ۱۴ درصد در ردیف سوم قرار می‌گیرد (این حشرات در آمریکای لاتین رایج می‌باشند). بعد از آن‌ها مقدار مصرف ملخ‌ها و جیرجیرک‌ها (Orthoptera) به میزان ۱۳ درصد، زنجره‌ها و ساس‌ها (Hemiptera) به میزان ۱۰ درصد و موریانه‌ها (Isoptera) به میزان ۳ درصد و سنجاقک‌ها (Odonata) ۳ درصد، مگس‌ها (Diptera) به میزان ۲ درصد و دیگر گونه‌ها به میزان ۵ درصد برآورد شده‌اند. مصرف لارو Lepidoptera و مراحل لاروی و شفیرگی بال غشائیان Hymenoptera بسیار رواج دارند. لارو و حشره نابالغ Coleoptera هر دو خورده می‌شود و درحالی که Orthoptera، Hymenoptera، Isoptera و Hemiptera اغلب به صورت بالغ مصرف می‌شوند (Cerritos, 2009). در یک روستا در جمهوری دمکراتیک خلق لائوس، به‌طور متوسط، ۲۳٪ از درآمد خانوارها از تولید و فروش ۲۱ گونه حشرات خوراکی به دست می‌آید که محبوب‌ترین آن‌ها، تخم‌های مورچه، ملخ، جیرجیرک، زنبور، زنجره و زنبور عسل هستند (Van Huis *et al*., 2013). در هلند گونه‌های شپشک آرد از خانواده Tenebrionidae مانند سوسک زرد آرد (*Tenebrio molitor*) سوسک‌های (*Alphitobius diaperinus*) و لارو (*Zophobas morio*) علاوه بر آن‌که به عنوان غذای دوزیستان، ماهی‌ها و پرندگان خانگی پرورش داده می‌شوند، جهت مصرف انسان نیز مناسب بوده و به عنوان خوراک انسان در مغازه‌های ویژه‌ای پیشنهاد شده‌اند (Van Huis, 2003). در کامرون زنان عموما مشغول برداشت لارو سوسک‌ها هستند. آن‌ها لاروها را در درخت نخل با قرار دادن گوش‌هایشان روی درخت و گوش دادن به صدایی که لاروهای در حال جویدن ایجاد می‌کنند، تشخیص می‌دهند. این روش معمولاً برای تعیین بهترین زمان برداشت لاروهای رسیده *Rhyno chophorus* استفاده می‌شود. درجمهوری دموکراتیک کنگو از روش مشابهی برای برداشت لارو سرخرطومی‌های خوراکی، شاخک بلندها و سرگین غلتان از درختان افراشته یا در حال فساد استفاده می‌شود (Ghesquiere, 1947). پروانه‌ها و بیدها معمولاً در مرحله لاروی مصرف می‌شوند؛ با این حال، پروانه‌ها و بیدهای بالغ هم خورده می‌شوند. گزارش شده که بومی‌های استرالیا بیدهای کرم شب پره *Agrotis infusa* (بید Bogon) را می‌خوردند و در جمهوری دموکرات گینه مشاهده شده که پروانه‌های دوکی (*Theretra*، *Daphnis spp.*) بعد از

کندن پاها و بال‌های‌شان خورده می‌شوند؛ با این وجود کاربرد آن‌ها محدود است. شفیره‌های کرم موپین (*Imbrasia belina*) احتمالاً شایع‌ترین و به لحاظ اقتصادی مهم‌ترین شفیره مورد مصرف هستند. در آسیا کرم پیله بامبو (*Omphisa fuscidentalis*) که به عنوان کرم بامبو شناخته می‌شود، غذای معروفی است که توسط وزارت کشاورزی و جنگلداری تایلند به عنوان یک منبع درآمد با دوام و رو به افزایش برای خانواده‌ها و کشاورزان ترویج می‌شود. بومیان منطقه چیپاس مکزیک بیش از ۲۷ گونه پیله کرم مصرف می‌کنند (Yhoung-Aree and Viwatpanich, 2005). کرم‌های عود امریکایی قرمز (لارو بید *Comadia redtenbacheri*) و کرم‌های عود امریکایی سفید (لارو پروانه *Aegial hesperiaris*) در تمام مناطق مرکزی مکزیک روی برگ‌های *Agave salmiana* یافت می‌شوند.

در مرحله بلوغ، کشاورزان آن را یک خوراک لذیذ می‌دانند، که به صورت کاملاً سرخ شده یا با حرارت ملایم پخته شده و طعم داده شده با سس تند همراه با نان مکزیکی خورده می‌شوند (Ramos Elorduy *et al*., 2011). مورچه‌ها علاوه بر آن‌که خوراک‌های بسیار لذیذی در بسیاری از نقاط جهان هستند، نقش‌های اکولوژیکی مهمی به عنوان عناصر اصلی چرخه غذایی خاک و شکارگر آفات باغی ایفا می‌کنند ؛اگرچه اثرات منفی هم برای این حشرات گزارش شده است. مورچه بافنده (Weaver) به عنوان عامل مبارزه بیولوژیک در محصولات مختلف مانند انبه استفاده می‌شوند و لارو و شفیره ملکه که تخم‌های مورچه هم نامیده می‌شوند، خوراک معروفی در آسیا بوده و در تایلند در قوطی‌های کنسرو فروخته می‌شوند. شن‌لی و رن مورچه بافنده (*Polyhachis dives*) را به طور گسترده از مناطق حاره‌ای جنوب شرقی چین، بنگلادش، هند، مالزی و سریلانکا گزارش کرده و آن را به عنوان یک ماده غذایی مقوی معرفی نمودند؛ این حشره به صورت فرآوری شده به شکل غذاهای مقوی و سالم در فروشگاه‌های چین عرضه می‌شود. وزارت غذا و دارو چین حدود ۳۰ محصول سالم حاوی مورچه را از سال ۱۹۹۶ به ثبت رسانده است. در ژاپن لارو زنبورهای ژاکت زرد (گونه‌های *Vespula* و *Dolichovespula*) با نام بومی Hebo استفاده می‌شود. در طی فستیوال Tebo سالانه محصولات غذایی تهیه شده از لارو زنبورهای بدون عسل خوراک‌های لذیذ محبوبی هستند؛ به حدی که منابع بومی کافی نبوده و واردات از استرالیا و ویتنام برای پاسخگویی به نیازهای مصرف ضروری می‌باشد (Hlldobler and Wilson, 2010). هنوز موریانه درخیلی از کشورهای دنیا به‌عنوان یک غذای لذیذ به شمار می‌رود. مصرف آن‌ها به شکل غذای اصلی و یا پیش غذا صورت می‌گیرد و گاهی بعنوان یک میان وعده به شکل سرخ شده یا خشک شده صرف می‌شود (Van Huis *et al*., 2013). زنبورهای بی‌عسل و زنبور عسل مهم‌ترین حشرات خوراکی در شمال تایلند هستند. تخم زنبور بخشی از رژیم غذایی محلی است و در بازار مورد تقاضای بسیار قرار دارد، بنابراین اغلب گران قیمت است (Chen *et al*., 1998). درکشور مالاوی، زنبورداری سه برابر بیش‌تر از کشت ذرت به عنوان غله استراتژیک رواج دارد (Munthali and Mughogho, 1992). در استرالیا کندوهای زنبورهای محلی بدون نیش منبع بسیار مهمی از شکر برای بومیان منطقه است (O'Dea *et al*., 1991; Cherry, 1991). حدود ۸۰ گونه از ملخ‌ها در سراسر جهان مصرف می‌شوند و اکثر گونه‌های ملخ‌ها قابل خوردن هستند. در آفریقا ملخ صحرایی، ملخ مهاجر، ملخ قرمز و قهوه‌ای مصرف خوراکی دارند. با این حال به سبب موقعیت آن‌ها به عنوان آفت کشاورزی تحت کنترل شیمیایی برنامه‌های کشاورزی دولت یا کشاورزان قرار دارند در نتیجه غلظت بسیار بالایی از بقایای آفت‌کش‌های آلی فسفره در ملخ‌های جمع‌آوری شده در کویت شناسایی شد (Dagga and Saraf, 1993) در بین ملل غرب آفریقا، فروش ملخ‌ها در بازارهای محلی یا فروش آن‌ها به عنوان میان وعده در پیاده‌روها مرسوم است. جالب این‌که جمعی از پژوهشگران دریافتند که ملخ‌های جمع‌آوری شده در مزارع گندم و ارزن در بازار محلی نسبت به گندم و ارزن گران قیمت‌تر بودند. Chapuline احتمالاً معروف‌ترین ملخ خوردنی متعلق به جنس *Sphenarium* در آمریکای لاتین است. این ملخ‌های کوچک قرن‌ها بخشی از رژیم غذایی محلی بوده‌اند و هنوز در بخش‌هایی از مکزیک مورد استفاده قرار می‌گیرند. محله‌های منطقه Oaxaca به جهت مصرف شاپولین‌ها مشهورند. در این منطقه ملخ‌های تمیز و سرخ شده با کمی روغن همراه با سیر، لیمو و نمک غذای رایجی در مناطق شهری هستند (*Sphenarium purpurascens*). این گونه ملخ به عنوان آفت یونجه، یکی از مهم‌ترین حشرات خوراکی در مکزیک

است. شاپولیـن‌هـا نقش حائـز اهمیتی در بازارهای کوچک محلی و همچنین رستوران‌ها و بازارهای صادرات ایفا می‌کنند. علیرغم ارزش تغذیه‌ای و فرهنگی Chapuline ها، مطالعات اخیر نشان داده‌اند که ملخ‌ها می‌توانند حاوی مقدار خطرناک و بالای سرب باشند (Cohen *et al*., 2009). در آسیا گونه‌های جیرجیرک *Gryllus Bimacalatus*، *T.mitratrus burmeister* و *Teleogryllus Sp* پرورش داده شده و مصرف خوراکی دارند. جیرجیرک‌های خانگی نیز پرورش یافته و خورده می‌شوند و به‌خصوص در تایلند به دلیل نرم بودن به سایر حشرات ترجیح داده می‌شوند (Yhoung-Aree and Viwatpanich, 2005). در پژوهش اخیر که در سال ۲۰۰۲ در تایلند انجام شد،۵۳ استان از ۷۶ استان مزارع پرورش جیرجیرک دارند. همان‌طور در سال ۲۰۱۲ نیز در تایلند ۲۰۰۰۰ مزرعه جیرجیرک وجود داشت. علاوه براین جیرجیرک دم کوتاه،(*Brachytrupes portentosus*) با بدن و سر بزرگ نیز به جهت خوراکی مشهـور است. با این حـال، این گونه‌ها را نمی‌توان پـرورش داد و فقط انـواع وحشـی آن جمـع‌آوری می‌شـود (Van Huis, 2013). علیرغم هزینه گران پرورش حشرات، تنها دو نوع جیرجیرک خوراکی به لحاظ اقتصادی پرورش داده می‌شوند. *Gryllus bimaculatus* و *Acheta domesticus* و سایر گونه‌ها از قبیل *Tarbinskiellus portentosus* را به سبب چرخه طولانی عمرشان نمی‌توان پرورش داد. با این حال علایم تغییر را می‌توان در مردم جمهوری دموکرات کنگو یافت؛ فروشندگان می‌گویند که اکنون مردم جیرجیرک‌های پرورشی را به سبب طعم بهتر به جیرجیرک‌های وحشی ترجیح می‌دهند (Van Huis, 2013).

انواع محصولات مهم از حشرات خوراکی

علاوه بر نقش حشرات به عنوان منابع غذایی، دارای محصولات با ارزشی برای انسان نیز هستند. عسل و ابریشم از محصولات حشرات شناخته شده است. کارمین، رنگ قرمز تولید شده توسط حشرات راسته نیم بالپوشان (Hemiptera) که در صنایع غذایی، نساجی و داروسازی استفاده می‌شود. نوعی پروتئین، که حشرات را قادر به پرش می‌سازد در طب برای ترمیم عروق استفاده می‌گردد (Elvin *et al*., 2005). دیگر محصولات کاربردی پزشکی شامل لارو درمانی و استفاده از محصولات زنبور عسل مانند عسل، بره موم، ژله رویال و زهر در درمان زخم‌ها و سوختگی‌ها و در ساخت مواد آرایشی استفاده می‌گردد (Wilson *et al*., 2007). در سال ۱۹۶۰ شرکتی در آمریکای شمالی به نام Reese finer شروع به فروش شکلات‌هایی کرد که با مورچه، زنبور، هزارپا، ملخ، ملخ سرخ شده، کرم ابریشم سرخ شده و کـــرم‌های دیگـر پوشیده شـده بود (Ramos elorduy *et al*., 2011). حشرات و محصولات مرتبط به آن‌ها می‌تواند به تولید انبوه رسیده و برای کنترل بیولوژیک نیز به فروش برسد (حشرات مفید) یا در گرده‌افشانی (زنبور عسل)، سلامت (لارو درمانی) و هم چنین برای انسان و حیوانات خانگی، چارپایان اهلی، تحقیقات و کاربردهای دیگر در بازار داخلی و بین‌المللی مانند بخش‌هایی از کلکسیون مجموعه‌دارها کاربرد دارند. انواع زیادی از حشرات به صورت زنده به فروش می‌رسند، با این حال محصولاتی که از حشرات ساخته می‌شوند و محصولات جانبی آن‌ها دلیلی برای تجاری شدن اکثر حشرات است (Institute of Food Technologists, 2011). تصور نوظهور بودن یک استراتژی بازاریابی برای فروش حشرات است. حشرات سرخ شده درون شکلات یا آبنبات و لاروهای سرخ شده یا چاشنی‌دار شده را می‌توان در آمریکا پیدا کرد. حال آن‌که معروف‌ترین فروشگاه لوکس در جهان به نام Harrods and Selfridges در لندن حشرات فانتزی می‌فروشد. یک شکلات به‌طور انحصاری در بروکسل به فروش می‌رود که بر روی آن جیرجیرک آغشته به طلا وجود دارد. خرید محصولات لوکس (دارای حشره) به طور مستقیم از سازنده‌های آن‌ها از طریق اینترنت امکان‌پذیر است (Ramos Elorduy *et al*., 2011). واردات بعضی حشرات از کشورهای درحال توسعه به کشورهای توسعه یافته برای فروش در فروشگاه‌های حیوانات خانگی انجام می‌شود. کمپانی چینی Haocheng سالانه ۲۰۰ تن شپشه آرد خشک شده را به آمریکای شمالی، استرالیا، اروپا، ژاپن، آفریقای جنوبی، جنوب غرب آسیا، انگلیس و ایرلند شمالی صادر می‌کند. این شرکت شپشه زرد آرد (*Tenebrio molitor*) و لارو خرمگس می‌فروشد. شپشه زرد آرد به صورت زنده، خشک شده و کنسروی و خرمگس را به صورت کنسروی فروخته می‌شود (Haocheng mealworm inc., 2012). شپشه‌ها و لاروها می‌توانند به عنوان مکمل غذایی برای حیوانات

خانگی از جمله پرنده‌ها، سگ‌ها، گربه‌ها، قورباغه، لاک‌پشت، عقرب و ماهی قرمز به کار روند. به گفته این شرکت شپشه آرد می‌تواند به عنوان ماده غذایی برای انسان در نان، آرد، نودل، شیرینی، بیسکویت، آبنبات، ادویه و فلفل ریخته شود و یا مستقیماً به عنوان غذا خورده شود. در هلند شرکت‌های پرورش دهنده حشرات هم اکنون شپشه آرد را به عنوان غذای حیوانات خانگی و ملخ را برای مصرف انسان پرورش می‌دهند. Kreca یکی از این شرکت‌ها است. اگرچه شپشه آرد هنوز در بازار غذای انسان بسیار نوظهور است، ولی این شرکت‌ها با فروش حشرات به عنوان غذای حیوانات خانگی شناخته شده‌اند (Van Huis *et al*., 2013)

قوانین و مقررات در رابطه با تولید و مصرف حشرات خوراکی

استانداردهای بین‌المللی به عنوان مبنای سودمند برای ایجاد مقررات قانونی کشورها جهت تأمین غذا و تغذیه به کار می‌روند. هم راستایی قانون‌گذاری و استانداردهای بین‌المللی به‌خصوص معیارهای کدکس تبعیت از قواعد و اصول تجارت را آسان ساخته و تجارت غذا و محصولات غذایی را ممکن می‌گرداند. استاندارد مواد غذایی به عنوان استاندارد مرجع بین‌المللی برای مصرف حشرات به‌عنوان غذا مرجعی برای قوانین داخلی از نظر کیفی و امنیتی به شمار می‌رود. گرچه این دستورالعمل کدکس حاوی استانداردهای ویژه‌ای در مورد حشرات تازه یا فرآوری شده به عنوان غذا نیست، ولی حشرات در این استانداردها به عنوان ناخالصی در مواد غذایی وارد می‌شوند (FAO/WUR, 2012). درسال ۲۰۱۰ دولت لائوس به کمیته هماهنگی کدکس فائو و سازمان تجارت جهانی آسیا در ارتباط با توسعه استاندارهای تجارت منطقه‌ای و امنیت غذایی محصولات خانگی پیشنهاد داد. این پیشنهاد مورد قبول واقع نشد، چون داده‌ها نشان داد که تجارت حشرات برای توجیه و تضمین چنین اقداماتی در سطح قابل قبولی انجام نمی‌شود (FAO/WUR, 2012). آن‌جا فشارهای فزاینده‌ای در بخش توسعه قوانین ویژه، در مورد مصرف حشرات به عنوان خوراک وجود دارد. این فشارها در سطح داخلی کشورها و در سطح اتحادیه اروپا صورت گرفته است. اخیراً در پی فشارهای شدید توسط بخش تولیدکنندگان مواد غذایی، طرح‌ها و ابتکاراتی برای ایجاد محیط مساعد جهت توسعه مقررات و استانداردها در مورد مصرف حشرات برای تغذیه آبزیان و تاحد کم‌تر به عنوان غذای انسان مطرح شده است. برای مثال، در سطح اروپا معیار کیفیت و امنیت خوراکی حشرات در دست بررسی و تجدید نظر است. تولید و مصرف حشرات باید از نظر تأثیر آن‌ها بر سلامت و تنوع زیستی و مخاطرات زیست محیطی بالقوه مربوط به تولید و رهاسازی حشرات از جمله گونه‌های غیربومی در زمینه تولید مورد تحلیل قرار می‌گیرد. لازم است در ارزیابی خطرات و ملاحظات و معیارهای محصورسازی شیوع به خصوص بیماری‌های زیان‌آور برای سلامتی انسان و حیوان و گیاهان مد نظر قرار گیرد. سایر زمینه‌های مورد نظردر این زمینه، تدوین مقررات تجارت بین کشورهای مالک حشرات زنده به عنوان گونه‌های حیوان مادر می‌باشد (FAO/WUR, 2012). بالفعل کردن پتانسیل عظیم لاروهای خوراکی به عنوان عاملی برای افزایش امنیت غذایی با چهار مشکل اساسی همراه می‌باشد. اولا، به مستندات بیش‌تری در ارتباط با ارزش غذایی لاروهای خوراکی جهت بهبود مؤثر آن‌ها به عنوان غذای سالم نیاز است. دوم، اثر شرایط محیطی بر برداشت و پرورش لارو خوراکی در مقایسه با پرورش سنتی باید مورد پژوهش قرار گیرند. سوم می‌بایست منافع اجتماعی و اقتصادی حاصل از جمع‌آوری و پرورش لارو خوراکی مورد نیاز به ویژه جهت افزایش امنیت غذایی برای قشر ضعیف جامعه تبیین و توجیه گردد. نهایتاً مقررات قانونی، جامع و مشخص در سطوح ملی و بین‌المللی جهت تسهیل سرمایه‌گذاری در راستای تحولات کامل (از سطوح خانگی و صنعتی)، تولید و معاملات بین‌المللی لاروهای خوراکی و منابع غذایی مورد نیاز می‌باشد (FAO/WUR, 2012).

مزایای مصرف حشرات به عنوان غذا

پرورش حشره می‌تواند در مناطق شهری، نیمه شهری و روستایی و در فضایی کم و مناسب انجام پذیرد. هر چند روش‌های زیادی برای پرورش حشرات وجود دارد (Onincx and De Boer, 2012). سرمایه‌گذاری بر روی حشرات خوراکی به دلیل نیاز محدود به فضا، آب و زمان می‌تواند سودمند باشد. همچنین حشرات از نظر غذایی بسیار غنی

بوده و دارای تنوع بالایی از اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها، عناصر و پروتئین می‌باشند. ضریب تبدیل (نسبت مقدار مصرف خوراک در یک بازه زمانی مشخص بر مقدار افزایش وزن زنده) تولید حشرات خوراکی نسبت به دام و طیور و روند راندمان تولید در آن‌ها بالا است، به راحتی قابل جابجایی و مدیریت هستند، باعث بهبود رژیم غذایی افراد محلی و وضعیت اقتصادی و امرار معاش خانوارهای تولید کننده حشرات خوراکی می‌شوند. انتشار گازهای گلخانه‌ایی و انتقال عفونت‌های حیوانی در حشرات کم می‌باشد و می‌توانند ضایعات مواد غذایی را به پروتئین مناسب تبدیل نمایند (Van Huis *et al*., 2013). ناکاگاکی و دی‌فولیارت محاسبه کردند که تا ۸۰ درصد حجم بدن یک جیرجیرک خوردنی و قابل هضم است؛ در حالی‌که این مقدار برای جوجه وگوشت خوک ۵۵ درصد و برای گوشت گاو و گوسفند ۴۰ درصد است. این به معنای آن است که جیرجیرک‌ها دو برابر قابلیت تبدیل غذایی نسبت به جوجه و چهار برابر نسبت به خوک و ۱۲ برابر نسبت به گوشت گاو را دارند (Nakagaki and DeFoliart, 1991).

معایب مصرف حشرات به عنوان غذا

حشرات خوراکی با وجود مزایای فراوانی که دارند، دارای معایبی نیز می‌باشند. حشره *Tessaratomid encosternam* متعلق به راسته Hemiptera و خانواده Tessaratomide، در زیمباوه و آفریقای جنوبی ماده تندی دفع می‌کند که در صورت تماس با چشم می‌تواند باعث درد و کوری موقت شود. سن‌ها نوع دیگری از خانواده Pentatomidae است که بوی بسیار تندی از خود آزاد می‌کند (Bodenheimer, 1995; Morris, 2004). پروانه *Genus Zygaena* دارای سیانوژنیک گلوکوزید هستند که سم هیدروژن سیانید را آزاد می‌کنند. این حشرات دارای مقدار کمی از این همراه با مقدار زیادی قند هستند. گزارش‌های محدودی از واکنش‌های منفی در برابر مصرف این حشرات وجود دارد.

مواردی از بروز سندرم آتاکسی که با عدم هوشیاری مختصر همراه است بعد از مصرف نوعی کرم ابریشم به نام *Anaphe venata* در جنوب غربی نیجریه گزارش شده است (Zagrobelny *et al.*, 2009). پاهای نوعی کرم ابریشم دارای موهای سمی بسیار خطرناک است (Muyay, 1981). در جمهوری دموکراتیک کنگو، Bouvier (1945) مشاهده کرد که مصرف ملخ بدون کندن پاهایش به دلیل اسکلت خارجی بزرگ آن‌ها باعث ناراحتی‌های معده می‌شود؛ به‌طوری‌که می‌تواند داخل معده را بگیرد و راه روده را مسدود کند. روی برچسب تولید ملخ‌های مهاجر و حشرات که در بازارهای هلندی فروخته می‌شوند به وضوح نوشته شده که باید قبل از مصرف پاها و بال‌ها جدا شود (Bouvier, 1945). بررسی روی لارو کرم زرد نشان داد در صورت پرورش در خاک و زمین حاوی کادمیم و سرب، این عناصر را در بدن خود انباشته می‌کنند (Lindqvist and Block, 1995). بررسی گرین و همکاران (۲۰۰۱) نشان می‌دهد که حشرات مقادیری آرسنیک را از زمین به مناطقی که گیاهان و موجودات نیازمند به آرسنیک منتقل می‌کنند. آرسنیک تنها از خاک میان غارها و علف‌های خاص به‌دست می‌آید (Green *et al.*, 2001).

چالش‌ها و فرصت‌ها در رابطه با تولید و مصرف حشرات خوراکی

تحقیقات استادی و همکاران (۱۳۹۶) در ایران نشان داد موانع بهداشتی و غذایی در تولید حشرات خوراکی از دیدگاه تولیدکنندگان دام و طیور و متخصصان در اولویت نخست قرار دارد. همچنین سایر تحقیقات نشان داد، امنیت بهداشتی و غذایی و آلرژی به حشرات از موانع پذیرش حشرات خوراکی بود (De Foliart, 1992; Belluco *et al.*, 2013; Yates-Doerr, 2015; Cicatiello *et al*., 2016). در تحقیقی در هلند، تردید در سلامت مواد غذایی تولیدی یکی از عوامل عدم پذیرش حشرات خوراکی است (Pascucci and Magistris, 2013). طی تحقیقاتی بیان گردید که احتمال خطر آلودگی حشرات به عوامل بیماری‌زا، آلودگی به فلزات سنگین و ترکیبات شیمیایی هم در طول چرخه زندگی حشرات و هم بعد از برداشت و نگهداری آن‌ها وجود دارد (Van Broekhoven, 2015; Hamerman, 2016). احتمال بروز انواع خطرات بیولوژیکی و شیمیایی حشرات خوراکی توسط محققان اداره ایمنی مواد غذایی اروپا مورد بررسی قرار گرفت (EFSA, 2015). در پژوهشی، خطر

آلودگی میکروبی و باقی مانده سموم در حشرات خوراکی کم‌تر از سایر محصولات پروتئینی گزارش شد (Jozefiak *et al*., 2016). همچنین تحقیقات نشان داد، تکیه بر انجماد و فرایند پخت می‌تواند خطرات بالقوه حشرات را از لحاظ آلودگی به انواع انگل و باکتری به میزان قابل توجهی کاهش دهد (EFSA, 2015). فرآوری نامناسب حشرات خوراکی نیز منجر به ایجاد مسمومیت غذایی می‌گردد (Egan, 2013). نتایج زیر در رابطه با اولویت‌بندی معیارهای مورد تحقیق در پژوهش استادی و همکاران (۱۳۹۶) در ایران به‌دست آمد: در اولویت‌بندی موانع اقتصادی، مانع عدم اطمینان تولیدکنندگان از سوددهی مناسب در تغذیه دام و طیور با استفاده از حشرات خوراکی از دیدگاه تولیدکنندگان دام و طیور و مانع عدم وجود بازارهای تخصصی در زمینه حشرات خوراکی و فرآورده‌های آن از دیدگاه متخصصین در اولویت نخست قرار گرفت (استادی و همکاران، ۱۳۹۶).

طی تحقیقی در هلند نتایج نشان داد که هزینه‌های تولید برای هر وعده غذایی حشرات بالا می‌باشد (Kenis and Hien, 2014). در پژوهشی، هزینه نیروی کار در بخش تولید حشرات خوراکی بسیار زیاد گزارش شده است (Van Broekhoven, 2015). با این وجود، استفاده از حشرات به عنوان یک منبع طبیعی برای تغذیه مرغ و ماهی در غرب آفریقا هزینه‌های خوراک را کاهش داد (Ramos-Elorduy, 2009). در مطالعه دیگری قیمت حشرات خوراکی و هزینه‌های نسبتاً بالای تولید از موانع استفاده از حشرات خوراکی در اروپا معرفی گردید (Józefiak *et al*., 2016). در پژوهشی دیگر محصولات دامی به دست آمده از دام و طیور در رژیم‌های غذایی مبتنی بر حشرات خوراکی به ترتیب در تخم مرغ، گوشت مرغ و ماهی بیش‌تر و در گوشت گاو و شیر کم‌تر پذیرفته گردید (Verbeke *et al.*, 2015) تحقیقات استادی و همکاران (۱۳۹۶) در رابطه با اولویت‌بندی موانع زیر ساختی، مانع از کاهش تمایل به مصرف در میان مردم در اولویت نخست، از دیدگاه تولیدکنندگان دام و طیور و متخصصان قرار گرفت (استادی و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج تحقیقی در جمهوری چک نیز حاکی از پایین بودن تمایل به مصرف بود (Bednarova *et al*., 2013). همچنین تحقیقات در آمریکا و بلژیک نشان داد تمایل به مصرف حشرات خوراکی در مردان بیش‌تر از زنان می‌باشد (Verbeke *et al.*, 2015). در پژوهش دیگری یکی از موانع مهم در عدم پذیرش حشرات خوراکی در کشورهای غربی پایین بودن میزان تمایل به مصرف می‌باشد (Van Broekhoven, 2015; Rumpold and Schluter, 2015). در تایلند ۲۰۰ گونه از حشرات خوراکی به مصرف می‌رسد و کشور لائوس یکی از بالاترین مصرف‌کنندگان حشرات در جهان است (Hanboonsong and Durst, 2014). پژوهشی در کنیا بیانگر این است که اکثر مصرف‌کنندگان با نگرش حشره‌خواری موافق بودند و ۸۰ درصد افراد از حشرات خوراکی استفاده می‌نمودند (Alemu *et al.*, 2015). در تحقیقی در بلژیک در حدود ۶۰ درصد از کشاورزان و شهروندان حاضر به پذیرش استفاده ازحشرات خوراکی در جیره غذایی دام و طیور بودند (Verbeke *et al.*, 2015). در بعضی از این کشورها برای گذر از مانع فرهنگی و اجتماعی در ابتدا استفاده از حشرات خوراکی در جیره غذایی ماهیان و طیور پیشنهاد شده است (Egan, 2013; Verbeke *et al*., 2015). در اولویت‌بندی موانع بهداشتی و غذایی در تحقیقات استادی و همکاران (۱۳۹۶)، مانع خطر مصرف بعضی از حشرات به صورت خام از دیدگاه تولیدکنندگان دام و طیور و مانع عدم تناسب حشرات خوراکی با ذائقه عموم مردم از نظر بو و مزه از نظر متخصصان در اولویت نخست قرار گرفت (استادی و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج تحقیقی در تایلند و آفریقای جنوبی نشان داد، حشرات خوراکی فرآوری شده برای تغذیه مناسب‌تر و مطلوب‌ترند (Egan, 2013; Halloran *et al*., 2014). در نیجریه نیز حدود ۷۵ درصد افراد ترجیح می‌دهند از حشرات خوراکی فرآوری با روش‌های کباب کردن (۶۲ درصد) ، سرخ کردن (۲۸ درصد) و آب پز کردن (۷ درصد) صورت می‌گیرد (Adeoye *et al*., 2014).

نتایج تحقیقات نشان داد، خوردن حشرات به صورت خام باعث حساسیت، آسم، اگزما و در مواردی منجر به مرگ می‌گردد (Belluco *et al.*, 2013; EFSA, 2015). برخی از حشرات در دفاع از خود در برابر دشمنان ترکیبات سمی تولید می‌کنند و برخی از انگل‌ها اثر و کیفیت خود را ضمن فرآیند پخت و پز از دست می‌دهند (EFSA, 2015). تحقیقات در این زمینه نشان داد در استرالیا بقایای آرسنیک از بدن نوعی پروانه یافت شد و در ملخ نیز آفت‌کش مالاتیون ردیابی گردید (Belluco *et al.*, 2013). طی تحقیقاتی عنوان شد احتمال خطر آلودگی

حشـرات به عـوامل بیماری‌زا، آلودگی به فلزات سنگین و ترکیبات شیمیایی هم در طول چرخه زندگی حشرات و هم بعد از برداشت و نگهداری حشرات خوراکی وجود دارد (Van Broekhoven, 2015; Hamerman, 2016). در اولویت‌بندی موانع فرهنگی و نگرشی در مطالعه استادی و همکاران، مانع حرام شمردن حشرات به جز ملخ جهت مصرف خوراکی در دین مقدس اسلام در اولویت نخست، از دیدگاه تولیدکنندگان دام و طیور و متخصصان قرار گرفت (استادی و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیقی فرهنگ یکی از بزرگ‌ترین محدودیت‌های پذیرش حشرات خوراکی در جهان معرفی شد (Halloran *et al.*, 2014). در آفریقای جنوبی باورهای دینی کسانـی که به کلیسا اعتقاد داشتند و ممنوعیت حشـره‌خـواری در آییـن آن، سومیـن مانـع عمـده پیش روی مصـرف حشرات خـوراکی بـود (Egan, 2013). به عبارتـی دلایـل فرهنگـی یکـی از بزرگ‌ترین محـدودیت‌های پذیـرش حشـرات خوراکـی در جهان می‌باشـد (Halloran *et al*., 2014). ایـن موضـــوع در جوامعـی که از نـظر فرهـنـگ و سـنت ملـــی و مذهبی حشـره‌خـواری مرسـوم نیست، رواج داشتـه و در آن‌ها به عنـوان یک چالش در فرهنـگ پذیرش عمومی مطـرح می‌باشد (Tranter, 2013; Halloran *et al*., 2014; Hamerman, 2016; Romero *et al*., 2016) نتایج اولویت‌بندی موانع مدیریتی و حمایتی در تحقیقات استادی و همکاران نشان داد، مانع فقدان سیاست‌گذاری و حمایت‌های تکنیکی و کمک‌های مستقیم دولت در رابطه با حشرات خوراکی از دیدگاه تولیدکنندگان دام و طیور و مانع عدم فعالیت‌های بنیادی و تلاش‌های دولت در زمینه حشرات خوراکی از دیدگاه متخصصان در اولویت نخست گرفت;(Ostadi *et al*., 2017؛ استادی و همکاران، ۱۳۹۶).

نتایج پژوهشی در هلند نشان داد، دولت در زمینه استاندارد ایمنی و بهداشت، بازاریابی حشرات خوراکی از طریق رسانه‌ها، به محققان کمک‌های مالی زیادی نموده است و از سوی دیگر خلاء نظارتی اتحادیه اروپا در این زمینه باعث دلسردی محققان در رابطه با سرمایه‌گذاری در این زمینه شده است (Pascucci and Magistris, 2013). تایلند از معدود کشورهایی است که دولت آن حمایت‌های گسترده‌ایی را در رابطه با تولید و مصرف حشرات خوراکی انجام داده است (Halloran *et al*., 2014). همچنین اعطای وام و اختصاص بودجه پژوهش از سیاست‌های دولت تایلند در زمینه حشرات خوراکی است (Hanboonsong and Durst, 2014). در اولویت‌بندی موانع قانونی در تحقیق استادی و همکاران (۱۳۹۶)، مانع فقدان مرجع معتبر برای نظارت بر رعایت استانداردهای تولید در رشد و نمو حشرات در اولویت نخست، از دیدگاه تولیدکنندگان دام و طیور و متخصصان قرار گرفت (استادی و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج تحقیقی نشان داد، یکی از موانع توسعه صنعت حشره‌خواری، فقدان چهارچوب قانونی روشن و جامع در این زمینه است (Sogari, 2015). همچنین عدم وجود مقررات حاکم بر تولید، تجارت و مصرف حشرات در اکثر کشورهای اروپایـی مانعـی اساسـی است؛ با وجود این‌که در سال ۲۰۱۳ برای اولین بار آژانس غذایی فدرال بلژیک ۱۰ گونه از حشرات را برای مصرف خوراکی ثبت نمود (Halloran *et al*., 2014)، قوانین محدود و مبهم اتحادیه اروپا از موانع عمده پذیرش و استفاده از حشرات خوراکی در این کشور بود (Rumpold and Schluter., 2015; Mancuso *et al.*, 2016). در اولویت‌بندی موانع توسعه پایدار (استادی و همکاران، ۱۳۹۴)، مانع عدم اطمینان به پایداری در بهداشت حرفه‌ایی و اجتماعی تولید حشرات خوراکی از دیدگاه تولیدکنندگان دام و طیور و مانع عدم اجرای نظام مدیریت تولید حشرات خوراکی از لحاظ مقبولیت و محبوبیت اجتماعی از نظر متخصصان در اولویت نخست قرار گرفت (استادی و همکاران، ۱۳۹۴). طی پژوهشی در انگلستان، پرورش حشرات در محیط‌های بسته و کنترل شده، در به حداقل رساندن خطرات بهداشتی و زیست محیطی نقش مهمی را ایفا می‌کند (Tranter, 2013). همچنین در اولویت-بندی موانع آموزشی در پژوهش استادی و همکاران (۱۳۹۴) در ایران، مانع عدم ارائه برنامه‌های آموزشی مرتبط با موضوع در سطح مدارس کشور از دیدگاه تولیدکنندگان دام و طیور و مانع عدم ترویج فرهنگ استفاده از محصولات خوراکی حشرات و فرآورده‌های آن در کشور از دیدگاه متخصصان در اولویت نخست قرار گرفت (استادی و همکاران، ۱۳۹۴). نتایج در چین نشان داد، آموزش و پرورش نقش مهمی در تغییر دیدگاه افراد نسبت به حشرات خوراکی دارد (Chuanhui *et al*., 2010). نتایج تحقیقی بیانگر این است که آموزش و پرورش نقش مهمی در ترویج استفاده از حشرات، برای تغذیه دارد (Halloran *et al*., 2014). تحقیقات در انگلستان نشان داد، آموزش در رابطه با

حشرات خوراکی در مدارس این کشور به کودکان و اضافه نمودن برنامه حشره‌خواری در دانشگاه انجام گرفت و آموزش رسمی در آموزش و پرورش به عنوان یک ابزار کلیدی و تاثیرگذار معرفی شد (Tranter, 2013). در تحقیقی در آفریقای جنوبی۸۳/۳ درصد افراد تمایل به اجرای آموزش در رابطه با حشرات خوراکی در مدارس را داشتند (Egan, 2013). در اولویت‌بندی نهایی موانع تولید حشرات خوراکی به عنوان جیره غذایی انسان و دام از دیدگاه تولیدکنندگان دام و طیور به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) که در مجموع ۸۷ مانع را در تحقیق استادی و همکاران (۱۳۹۶) شامل می‌شد، موانع خطر مصرف بعضی از حشرات به صورت خام، عدم اطمینان به تضمین امنیت و سلامت محصولات تولید شده از طرف تولیدکنندگان، احتمال وجود باقی مانده سموم در بدن حشرات خوراکی، احتمال وجود میکرو ارگانیسم‌های بیماری‌زا در حشرات خوراکی و آسیب احتمالی با مصرف حشرات از طریق مسمومیت در اولویت اول تا پنجم قرار گرفتند (استادی و همکاران، ۱۳۹۶)؛ که این موضوع نشانگر نگرانی‌های بهداشتی و غذایی تولیدکنندگان دام و طیور در مورد استفاده از حشرات خوراکی در جیره غذایی احشام می‌باشد. سایر تحقیقات نیز نشان داد، آلودگی به مواد شیمیایی و آلاینده‌های زیست محیطی مانند فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بدن حشرات خوراکی کم‌تر از حد مجاز بود (EFSA, 2015). در استرالیا نیز نتایج نشان داد، مصرف حشرات خام باعث بیماری می‌گردد (Belluco *et al*., 2013). در تحقیقی در آفریقای جنوبی ۹۱ درصد دانش‌آموزان و ۹۰ درصد افراد مسن سلامت و بهداشت محصولات تولیدی از حشرات خوراکی برایشان مهم بود (Egan, 2013). در بلژیک حدود ۶۰ درصد افراد حاضر به قبول استفاده از حشرات خوراکی در خوراک دام و طیور بودند به شرطی که ایمنی آن از نظر آلودگی‌های میکروبی تأمین گردد (Verbeke *et al*., 2015). نتایج پژوهشی نشان داد، جیرجیرک خام حاوی نوعی باکتری است که با فرآیند پختن به وسیله آب و سرخ نمودن از بین می‌رود و مصرف بیش از اندازه حشرات خوراکی خطر تشکیل سنگ‌های کلیوی را افزایش می‌دهد (Hanboonsong and Durst., 2014). در بسیاری از تحقیقات، یکی از موانع مهم عدم پذیرش حشرات خوراکی در رابطه با سلامت و ایمنی این محصولات از نظر بهداشتی و امنیت غذایی بود (Halloran *et al*., 2014; Van Broekhoven, 2015; Hamerman, 2016).

منابع

References

استادی، ی.، یاوری، غ.، شوکت فدایی، م.، احمدیان، م. و ایمانی، س. ۱۳۹۴. شناسایی، اولویت‌بندی و مقایسه موانع آموزشی و توسعه پایدار موثر بر تولید حشرات خوراکی به عنوان جیره غذایی به روش AHP از دیدگاه گروه‌های منتخب. فصلنامه علمی و پژوهشی پژوهش های ترویج و آموزش کشاورزی. ۸(۴) جلد: ۶۲-۴۵.

استادی، ی.، یاوری، غ.، شوکت فدایی، م.، احمدیان، م. و ایمانی، س. ۱۳۹۶. شناسایی و اولویت‌بندی موانع تولید حشرات خوراکی به عنوان جیره غذایی ازدیدگاه تولیدکنندگان دام و طیور با استفاده از روش (AHP) فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی. ۹(۱): ۱۶-۱.

امیدوار، الف. ۱۳۹۶. جیرجیرک‌خواری از آنجلینا جولی تا سیرجان. http://www.asriran.com/fa/news/544721

بی‌نام.۱۳۹۰. جنگ جهانی دوم در استان کرمان. http://af.samta.ir/atlas/index.php

بی‌نام.۱۳۹۶. سابقه و وضعیت مصرف خوراکی حشره در ایران و جهان. https://hamafza.ir/5555

حاجی رضایی، ر.۱۳۹۶. چنزو. http://www.parsi.wiki/fa/wiki/topicdetail/153ccb15a1584c728e30419e1b1cb41b

عزیزی، م.۱۳۹۶. جیرجیرک و ملخ منبع غنی پروتئین. http://www.tabnak.ir/fa/news/705274

Adeoye, O. T., Oyelowo, O. J., Adebisi, F., Tola, A. and Akinyemi, O. D., 2014. Eco- diversity of edible insects of Nigeria and its impact on food security. Journal of Biology and Life Science 5: 175-187.

Alemu, M. H., Olsen, S. B., Vedel, S. E., Pambo, K. O., and Owino, V. O. 2016. Consumer acceptance and willingness to pay for edible insects as food in Kenya: the case of white winged termites. IFRO Working Paper 2015/10. Department of Food and Resource Economics (IFRO),

University of Copenhagen. http://okonomi. foi. dk/workingpapers/WPpdf/WP2015/ IFRO_WP_2015_10. pdf. Accessed 26 Oct.

Anand, H., Ganguly, A. and Haldar, P. 2008. Potential value of acridids as high protein supplement for poultry feed. International Journal of Poultry Science 7(7): 722-725.

Ayieko, M. A. and Oriaro, V. 2008. Consumption, indigeneous knowledge and cultural values of the lake fly species within the Lake Victoria region. African Journal of Environmental Science and Technology 2(10): 282–286.

Bednarova, M., Borkovcova, M., Mlcek, J., Rop, O. and Zeman, L. 2013. Edible insects –species suitable for entomophagy under condition of Czech Republic. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis Lxi 64 (3): 587-594.

Belforti, M., Gai, F., Lussiana, C., Renna, M., Malfatto, V., Rotolo, L. and Gasco, L. 2015. *Tenebrio molitor* meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets: effects on animalperformance, nutrient digestibility and chemical composition of fillets. Italian Journal of Animal Science 14(4): 4170.

Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C. C., Paoletti, M. G. and Ricci, A. 2013. Edibleinsects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 12(3): 296-313.

Bodenheimer, F. S. 1995. Insects as human food; a chapter of the ecology of man. The Hague, Dr. W. Junk Publishers.

Bornemissza, G. F. 1976. The Australian Dung Beetle Project 1965–1975. Australian Meat Research Committee Review 30: 1–30.

Bouvier, G. 1945. Quelques questions d'entomologie vétérinaire et lutte contre certains arthropodes en Afrique tropicale. Acta Trop 2: 42–59.

Capinera, J. L. 2004. Encyclopedia of entomology. London, Kluwer. (3 vols.), 2400 pp.

Cerritos, R. 2009. Insects as food: an ecological, social and economic approach. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 4(27): 1–10.

Cerritos Flores, R., Ponce-Reyes, R. and Rojas-García, F. 2014. Exploiting a pest insect species *Sphenarium purpurascens* for human consumption: ecological, social, and economic repercussions**.** Journal of Insects as Food and Feed 1(1): 75-84.

Cherry, R. 1991. Use of insects by Australian aborigines. American Entomologist 32: 8–13.

Chen, P. P., Wongsiri, S., Jamyanya, T., Rinderer, T. E., Vongsamanode, S., Matsuka, M., Sylvester, H. A. and Oldroyd, B. P. 1998. Honey bees and other edible insects used as human food in Thailand. American Entomologist 44(1): 24–28.

Chen, X., Feng, Y. and Chen, Z. 2009. Common edible insects and their utilization in China. Entomological Research 39(5): 299-303.

Chuanhui, Y. I., Qiuju, H. E., Lin, W. A. N. G. and Kuang, R. 2010. The utilization of insect-resources in Chinese rural area. Journal of Agricultural Science 2(3): 146.

Cicatiello, C., De Rosa, B., Franco, S. and Lacetera, N. 2016. Consumer approach to insects as food: barriers and potential for consumption in Italy.British Food Journal, 118(9): 2271-2286.

Cicatiello, C., De Rosa, B., De Rosa, B., Franco, S., Franco, S. and Lacetera, N. 2016. Consumer approach to insects as food: barriers and potential for consumption in Italy. British Food Journal 118(9): 2271-2286.

Cohen, J. H., Sánchez, N. D. M. and Montiel-ishinoet, F. D. 2009. Chapulines and food choices in rural Oaxaca. Gastronomica: The Journal of Food and Culture 9(1): 61–655

DeFoliart, G. 1992. A concise summary of the general nutritional value of insects. Crop Protection 11: 395-399.

Dufour, D. L. 1987. Insects as food: a case study from the northwest Amazon. American Anthropologist 89(2): 383.

EFSA Scientific Committee. 2015. Scientific Opinion on a risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. EFSA Journal 13(10): 4257.

Egan, B. A. 2013. Culturally and economically significant edible insects in the Blouberg region, Limpopo Province, South Africa (Doctoral dissertation, Ph. D. thesis, University of Limpopo, Polokwane, South Africa).

Eidlitz, R. 2016. Insects in Foods, Position statement. Retrieved from http://kosherquest.org/ book.php?id=INSECTS_IN_FOOD.htm

Elvin, C. M., Carr, A. G., Huson, M. G., Maxwell, J. M., Pearson, R. D., Vuocolo, T., Liyou, N. E., Wong, D. C. C., Meritt, D. J. and Dixon, N. E. 2005. Synthesis and properties of crosslinked recombinant pro-resilin. Nature 437: 999–1002.

FAO. 2004. Contribution des insectes de la forêt à la sécurité alimentaire: L'exemple des chenilles d'Afrique Centrale. NTFP Working document No. 1. FAO, Rome. (www.fao.org/docrep/007/j3463f/j3463f3400.htm).

FAO/WUR. 2012. Expert consultation meeting: assessing the potential of insects as food and feed in Annual Review of Entomology 58: 563-583.

FAO, 2013. The State of Food and Agriculture: Food Systems for Better Nutrition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Gasco, L., Henry, M., Piccolo, G., Marono, S., Gai, F., Renna, M. and Chatzifotis, S. 2016. Tenebrio molitor meal in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) juveniles: Growth performance, whole body composition and in vivo apparent digestibility. Animal Feed Science and Technology 220: 34-45.

Ghesquière, J. 1947. Les insectes palmicoles comestibles. Pp. 791–793. In: Lepesme, P. (ed.) Les insect's des palmiers, Paris, P. Lechevalier.

Green, K., Broome, L., Heinze, D. and Johnston, S. 2001. Long distance transport of arsenic by migrating bogong moths from agricultural lowlands to mountain ecosystems.The Victorian Naturalist 118(4): 112–116.

Halloran, A., Muenke, C., Vantomme, P. and van Huis, A. 2014. Insects in the human food chain: global status and opportunities. Food Chain 4(2): 103-118.

Hamerman, E. J. 2016. Cooking and disgust sensitivity influence preference for attending insect-**based food events.** Appetite 96: 319-326.

Hanboonsong, Y. and Durst, P. B. 2014. Edible insects in Lao PDR: building on radition to enhance food security. FAO.

HaoCheng Mealworm, Inc. 2012. About HaoCheng Mealworm Inc. (available at: www.hcmealworm.com). Accessed November 2012.

Hölldobler, B. and Wilson, E.O. 2010. The leafcutter ants: civilization by instinct. New York, USA, W. W. Norton & Company.

House, J. 2016. Consumer acceptance of insect-based foods in the Netherlands: Academic and commercial implications. Appetite 107: 47-58.

Hu, E. Z., Bartsev, S. I. and Liu, H. 2010. Conceptual design of a bioregenerative life support system containing crops and silkworms. Advances in Space Research 45(7): 929–939.

Ingram, M., Nabhan, G. P. and Buchmann, S. L. 1996. Our forgotten pollinators: protecting the brids and bees. Global Pesticide Campaigner 6(4): 1–12.

Institute of Food Technologists. 2011. Developing solutions for developing countries (available at: www.ift.org/community/students/competitions/developing- solutionsfor- developing-countries.aspx). Accessed December 2012.

Jongema, Y. (2017). World list of edible insects. http://www.wageningenur.nl/uploadmm/7/e/6/c79e66db-00d5-44c9-99cb-f38943723db6LIST%20Edible%20insects%201st%20of%20 April.pdf. Accessed 04/06/17

Józefiak, D., Józefiak, A., Kierończyk, B., Rawski, M., Świątkiewicz, S., Długosz, J. and Engberg, R. M. 2016. Insects–A Natural Nutrient Source for Poultry–A Review. Annals of Animal Science 16(2): 297-313.

Katayama, N., Ishikawa, Y., Takaoki, M., Yamashita, M., Nakayama, S., Kiguchi, K., Kok, R., Wada, H. and Mitsuhashi, J. 2008. Entomophagy: a key to space agriculture.Advances in Space Research 41(5): 701–705.

Kenis, M., Koné, N., Chrysostome, C. A. A. M., Devic, E., Koko, G. K. D., Clottey, V. A. and Mensah, G. A. 2014. Insects used for animal feed in West Africa. Entomologia, 2(2): 107-114.

Kenis, M. and Hien, K, . 2014. Prospects and constraints for the use of insects as human food and animal Feed in West Africa, 1st international conference 14-17 may 2014, wageningen (ed.) The Netherlands. P. 22.

Krishnan, R., Sherin, L., Muthuswami, M., Balagopal, R. and Jayanthi, C. 2011. Seri waste as feed substitute for broiler production. Sericologia 51(3): 369–377.

Lindqvist, L. and Block, M. 1995. Excretion of cadmium during moulting and etamorphosis in *Tenebrio molitor* (Coleoptera; Tenebrionidae). Comparative Biochemistry and Physiology 111(2): 325–328.

Looy, H., Dunkel, F. V. and Wood, J. R. 2014. How then shall we eat? Insect-eating attitudes and sustainable foodways. Agriculture and Human Values 31(1): 131-141.

Makkar, H. P., Tran, G., Heuzé, V. and Ankers, P. 2014. State-of-the-art on use of insects as animal feed. Animal Feed Science and Technology 197: 1-33.

Mancuso, T., Baldi, L. and Gasco, L. 2016. An empirical study on consumer acceptance of farmed fish fed on insect meals: the Italian case. Aquaculture International 24(5): 1489-1507.

Melo, V., Garcia, M., Sandoval, H., Jiménez, H. D. and Calvo, C. 2011. Quality proteins from edible indigenous insect food of Latin America and Asia.Emirates. Journal of Food and Agriculture 23(3): 283-289.

Morris, B. 2004. Insects and human life. Oxford, UK, Berg.

Munyuli Bin Mushambanyi, T. 2000. Tude préliminaire orientée vers la production deschenilles comsommables par l'élevage des papillons (Anaphe infracta: Thaumetopoeidae) à Lwiro, Sud-Kivu. République Démocratique du Congo**.** Tropicultura 18(4): 208–211.

Munyuli Bin Mushambanyi, T. and Balezi, N. 2002. Utilisation des blattes ET des termites Comme substituts potentiels de la farine de viande dans l'alimentation des poulets de chair au Sud- Kivu, République Démocratique du Congo. Tropicultura 20(1): 10–16.

Munthali, S. M. and Mughogho, D. E. C. 1992. Economic incentives for conservation: bee-keeping and Saturniidae caterpillar utilization by rural communities. Biodiversity and Conservation 1: 153–154.

Muyay, T. 1981. Les insectes comme aliments de l'homme: Serie II, Vol. 69. Democratic Republic of the Congo, Ceeba Publications.

Nakagaki, B. J. and De Foliart, G. R. 1991. Comparison of diets for mass-rearing *Achetadomesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversionefficiency with values reported for livestock. Journal of Economic Entomology 84(3): 891–896.

O'Dea, K., Jewell, P. A., Whiten, A., Altmann, S. A., Strickland, S. S. and Oftedal, O. T. 1991. Traditional diet and food preferences of Australian Aboriginal hunter- gatherers. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B 334: 233–241.

Ostadi, Y., Yavari, GH. Shokatfadaei, M., Ahmadian, M. and Imani, S. 2017. Identification and Prioritization Obstacles in Production of Edible Insects as Diets in Iran. 8st ICSA International Conference on Sustainable Agricultural For Food, Energy, Industry and Environment in Reginal and Global Context, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Oonincx, D. G. and De Boer, I. J. 2012. Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans–a life cycle assessment. PloS one 7(12): e51145.

Pascucci, S. and Magistris, T. D. 2013. Information bias condemning radical food innovators? The case of insect-based products in the Netherlands. International Food and Agribusiness Management Review 16(3): 1-16.

Ramos Elorduy, J. and Pino, J. M. 2002. Edible insects of Chiapas, Mexico. Ecology of Food and Nutrition 41(4): 271–299.

Ramos-Elorduy, J. 2007. Threatened edible insects in Hidalgo, Mexico and some measures to preserve them. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine 2(1): 51.

Ramos-Elorduy, J. 2009. Anthropo-entomophagy: Cultures, evolution and sustainability. Entomological Research 39(5): 271-288.

Ramos Elorduy, J., Pino, J. M., Vázquez, A. I., Landero, I., Oliva-Rivera, H. and Martinez, V. H. C. 2011. Edible Lepidoptera in Mexico: Geographic distribution, ethnicity, economic and nutritional importance for rural people. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**:** 7(2): 1–22.

Rao, P. U. 1994. Chemical composition and nutritional evaluation of spent silk worm pupae. Journal of agricultural and food chemistry 42(10): 2201-2203.

Romero, M. R., Claydon, A. J., Fitches, E. C., Wakefield, M. E. and Charlton, A. J. 2016. Sequence homology of the fly proteins tropomyosin, arginine kinase and myosin light chain with known allergens in invertebrates**.** Journal of Insects as Food and Feed, 2(2), 69-81.

Rumpold, B. A. and Schlüter, O. K. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. Molecular Nutrition and Food Research, 57(5): 802-23.

Rumpold, B. A., and Schlüter, O. 2015. Insect-based protein sources and their potential for human consumption: Nutritional composition and processing.Anim.Front 5(2): 20-24.

Saeed, T., Dagga, F. A. and Saraf, M. 1993. Analysis of residual pesticides present in edible locusts captured in Kuwait. Arab Gulf Journal of Scientific Research 11(1): 1–5.

Sanchez-Muros, M. J., Barroso, F. G. and Manzano-Agugliaro, F. 2014. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. Journal of Cleaner Production65: 16-27.

Sogari, G. 2015. Entomophagy and Italian consumers: an exploratory analysis. Progress in Nutrition 17(4): 311-316.

Testa, M., Stillo, M., Maffei, G., Andriolo, V., Gardois, P. and Zotti, C. M. 2017. Ugly but tasty: A systematic review of possible human and animal health risks related toEntomophagy. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 57(17): 3747-3759.

Tranter, H. 2013. Insects creeping into English diets: introducing entomophagy to school children in a provincial town. Norwich: University of East Anglia, School of Biological Sciences 19-29

United nations. 2017a. Departement of economic and social affairs. Position statement. Available at: http://www.comtrade . un.org/data/010641_ live animals//other live animals.//insects//bees.

United nations. 2017b. Departement of economic and social affairs. Position statement. Available at: http://www.comtrade . un.org/data/010649_ live animals//other live animals.//insects//other

Van Broekhoven, S. 2015. Quality and safety aspects of mealworms as human food (Doctoral dissertation, Wageningen Universiteit).

Van Broekhoven, S., Oonincx, D. G., Van Huis, A. and Van Loon, J. J. 2015. Growth performanceand feed conversion efficiency of three edible mealworm species (Coleoptera: Tenebrionidae) on diets composed of organic by-products. Journal of insect physiology 73: 1-10.

Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G. and Vantomme, P. 2013. Edible insects: future prospects for food and feed security. FAO.

van Huis, A. 2003. Insects as food in sub-Saharan Africa. Insect Science and itsApplication 23(3): 163–185.

Van Itterbeeck, J. 2014. Prospects of semi-cultivating the edible weaver ant Oecophylla smaragdina (Doctoral dissertation, Wageningen: Wageningen University).

van Lenteren, J. C. 2006. Ecosystem services to biological control of pests: why are they ignored? Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting 17: 103–111.

Verbeke, W., Spranghers, T., De Clercq, P., De Smet, S., Sas, B. and Eeckhout, M. 2015. Insects in animal feed: Acceptance and its determinants among farmers, agriculture sector stakeholders andcitizens. Animal Feed Science and Technology 204: 72-87.

Wilson, J. R. U., Ajuonu, O., Center, T. D., Hill, M. P., Julien, M. H., Katagira, F., Neuenschwander, P., Njoka, S. W., Ogwang, J., Reeder, R. H. and Van, T. 2007. The decline of waterhyacinth on Lake Victoria was due to biological control by *Neochetina* spp. Aquatic Botany 87(1): 90–93.

Yates-Doerr, E. 2015. The world in a box? Food security, edible insects, and "One World, One Health" collaboration. Social Science and Medicine 129: 106-112.

Yen, A. L. 2009. Entomophagy and insect conservation: some thoughts for digestion. Journal of Insect Conservation 13: 667–670.

Yhoung-Aree, J. and Viwatpanich, K. 2005. Edible insects in the Laos PDR, Myanmar, Thailand, and Vietnam. Pp. 415–440. In: Paoletti, M.G. (ed.) Ecological implications of minilivestock. New Hampshire, Science Publishers.

Zagrobelny, M. A., Dreon, L., Gomiero, M. A. T., Marcazzan, G., Glaring, M. A., Linberg-Miller, B. and Paoletti, M.G. 2009. Toxic moths: a truly safe delicacy. Journal of Journal of Ethnobiology 29: 64–76.