مجله ایمنی زیستی

دوره ۱۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴

شاپای چاپی: ۰۶۳۲ – ۲۷۱۷، شاپای الکترونیکی: ۹۸۰۴ - ۲۷۱۶

آشنایی با نظام‌های برچسب‌گذاری و ردیابی محصولات تراریخته در کشورهای مختلف جهان: چالش‌ها، رویکردها و درس‌آموخته‌ها

نوع مقاله: مروری 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1

نادیا بابائی*، فاطمه نیکوچوبدار

دبیرخانه شورای ملی ایمنی زیستی، سازمان حفاظت محیط زیست، تهران، ایران

nbabaei140404@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۲۶

صفحه ۱۰۱ - ۸۴

چکیده

محصولات تراریخته در سه دهه اخیر به یکی از موضوعات بحث‌برانگیز در کشاورزی، سلامت و تجارت جهانی تبدیل شده‌اند. این محصولات از دهه ۱۹۹۰ به صورت تجاری کشت می‌شوند و همواره ملاحظاتی در مورد آنها وجود داشته است. برای مدیریت ملاحظات مطرح شده، برچسب‌گذاری و ردیابی به عنوان ابزارهای ایمنی زیستی مهم مطرح شده‌اند. کشورهای مختلف رویکردهای متفاوتی در برچسب‌گذاری دارند؛ به‌عنوان مثال، اتحادیه اروپا استانداردهای سخت‌گیرانه و مبتنی بر اصل احتیاط را دنبال می‌کند، در حالی‌که کشورهایی مانند ایالات متحده و برزیل با رویکردی انعطاف‌پذیرتر و حمایت‌گرایانه، از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان محصولات تراریخته در جهان محسوب می‌شوند. در مقابل، برخی کشورها مانند کانادا و آرژانتین از نظام‌های مبتنی بر ارزیابی محصول و سیاست‌های کم‌مداخله‌تر استفاده می‌کنند. این تفاوت‌ها می‌تواند بر اعتماد مصرف‌کنندگان و تجارت بین‌المللی تأثیر بگذارد. شواهد نشان می‌دهد که شفافیت در برچسب‌گذاری و وجود سیستم‌های ردیابی مؤثر، می‌تواند حق انتخاب و اعتماد مصرف‌کنندگان را تقویت کرده و در مواردی که لازم باشد، امکان شناسایی و همچنین مدیریت سریع‌تر محصولات را فراهم سازد. این مقاله به بررسی نظام‌های مختلف برچسب‌گذاری و ردیابی در مناطق مختلف جهان می‌پردازد و پیشنهاد می‌کند که هماهنگ‌سازی مقررات و تقویت شفافیت می‌تواند اعتماد عمومی را افزایش و تجارت جهانی را تسهیل کند.

واژه‌های کلیدی: امنیت غذایی، ایمنی زیستی، تجارت بین المللی، حقوق مصرف‌کننده، سیاست‌گذاری

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

مقدمه

در سه دهه‌ی اخیر، محصولات تراریخته یا موجودات دست‌ورزی ژنتیکی شده (GMOs) به یکی از بحث‌برانگیزترین موضوعات کشاورزی، سلامت عمومی و تجارت جهانی بدل شده‌اند. نخستین محصولات حاصل از مهندسی ژنتیک در دهه‌ی ۱۹۹۰ وارد بازار شدند؛ محصولاتی که ژنوم آن‌ها برای مقاومت در برابر آفات، علف‌کش‌ها یا شرایط محیطی تغییر یافته بود (James, 2006; Brookes and Barfoot, 2018). این فناوری از آغاز با دو دیدگاه متضاد همراه بود: حامیان، آن را راهی برای افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و تقویت امنیت غذایی جهانی دانستند، در حالی‌که منتقدان نسبت به پیامدهای زیست‌محیطی، خطرات احتمالی برای سلامت انسان و ابعاد اخلاقی آن هشدار دادند (James, 2006; Brookes and Barfoot, 2018).

با گسترش مصرف این محصولات (Alemzadeh, 2024)، اهمیت نظام‌های شفاف برچسب‌گذاری و ردیابی دوچندان شده است. با گسترش مصرف این محصولات، اهمیت نظام‌های برچسب‌گذاری و ردیابی بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. برچسب‌گذاری در بسیاری از کشورها به‌عنوان ابزاری برای افزایش شفافیت و اطلاع‌رسانی به مصرف‌کنندگان به کار می‌رود و نظام‌های ردیابی نیز امکان پیگیری مسیر محصول در زنجیره تأمین را فراهم می‌کنند (Aerni, 2004; Schouten *et al.*, 2006). با این حال، درباره آثار برچسب‌گذاری محصولات تراریخته بر نگرش و رفتار مصرف‌کنندگان اتفاق نظر کامل وجود ندارد و برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که برچسب‌گذاری صرفِ محصولات تراریخته ممکن است به برداشت منفی یا حساسیت بیشتر مصرف‌کنندگان نسبت به این محصولات منجر شود (Lusk and Rozan, 2008). این دو ابزار نه‌تنها در اعتمادسازی و مدیریت ریسک نقش مهمی دارند، بلکه برای اجرای مقررات ایمنی و تسهیل تجارت بین‌المللی نیز حیاتی هستند (Henson *et al.*, 2005). با این حال، سیاست‌گذاری در این زمینه در سطح جهانی بسیار متنوع است: اتحادیه اروپا با تکیه بر اصل احتیاط، نظام‌های برچسب‌گذاری و ردیابی نسبتاً سخت‌گیرانه‌ای را برای محصولات تراریخته اجرا می‌کند و آستانه ۰/۹ درصدی را برای الزام برچسب‌گذاری در نظر گرفته است. در مقابل، کشورهایی مانند کانادا و آرژانتین رویکردی مبتنی بر ارزیابی محصول نهایی و سیاست‌های کم‌مداخله‌تر دارند (Bregman and Stewart, 2008). با این حال، میزان آستانه به‌تنهایی بیانگر شدت یا جهت‌گیری سیاستی کشورها نیست؛ برای مثال، در چین نیز آستانه‌های پایین و الزامات گسترده برچسب‌گذاری در چارچوب سیاست‌های مدیریت و توسعه فناوری زیستی به کار گرفته شده‌اند (Cui and Shoemaker 2018; Zhu *et al.* 2016). همچنین کشورهایی مانند برزیل، هند و ژاپن، سیاست‌های میانی متناسب با شرایط اقتصادی و اجتماعی خود اتخاذ کرده‌اند. این ناهمگونی، علاوه بر تأثیر بر اعتماد عمومی، پیامدهای مستقیم تجاری و حتی مجادلات حقوقی در سازمان تجارت جهانی به‌دنبال داشته است (Carter and Gruère, 2003).

از منظر علمی، وجود نظام‌های شفاف برچسب‌گذاری و ردیابی می‌تواند مدیریت ریسک در زنجیره تأمین غذایی را تسهیل کرده و در مواقع بروز مشکلات ایمنی غذایی، امکان شناسایی و جمع‌آوری سریع‌تر محصولات مشمول فراخوان را فراهم آورد (Regattieri *et al.*, 2007). همچنین، برچسب‌گذاری در بسیاری از کشورها با هدف افزایش شفافیت و اطلاع‌رسانی به مصرف‌کنندگان به کار گرفته می‌شود؛ هرچند درباره تأثیر آن بر نگرش و پذیرش مصرف‌کنندگان اتفاق نظر کامل وجود ندارد و برخی پژوهش‌ها معتقدند برچسب‌گذاری صرفِ محصولات تراریخته ممکن

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

است موجب حساسیت بیشتر نسبت به این محصولات شود (Lusk and Rozan, 2008). برخی مطالعات نشان داده‌اند که شفافیت، اطلاع‌رسانی علمی و اعتماد به نهادهای تنظیم‌گر می‌تواند بر نگرش مصرف‌کنندگان نسبت به فناوری‌های نوین غذایی تأثیرگذار باشد (Frewer *et al.*, 2003). با این حال، اجرای نظام‌های برچسب‌گذاری و ردیابی در سطح بین‌المللی با چالش‌هایی مانند هزینه‌های آزمایش‌های تشخیصی، تفاوت در استانداردها و آستانه‌های برچسب‌گذاری (برای مثال ۰/۹ درصد در اتحادیه اروپا در مقایسه با ۵ درصد در برخی کشورها) و نیز تفاوت‌های حقوقی، فرهنگی و سیاستی میان کشورها روبه‌رو است.

این مقاله با هدف بررسی تطبیقی نظام‌های برچسب‌گذاری و ردیابی محصولات تراریخته در کشورهای مختلف، تحلیل رویکردهای تنظیم‌گری، نقاط قوت و محدودیت‌های هر نظام، و ارائه درس‌آموخته‌هایی برای سیاست‌گذاران تدوین شده است. در این چارچوب، برچسب‌گذاری به‌عنوان ابزاری برای اطلاع‌رسانی و شفافیت، و ردیابی به‌عنوان سازوکاری برای مدیریت زنجیره تأمین و پایش محصولات مورد توجه قرار گرفته‌اند. ابتدا تجربه‌ی اروپا و کشورهای عضو آن، سپس آمریکا و کانادا و در ادامه آمریکای لاتین، آسیا و خاورمیانه بررسی خواهند شد و در پایان، پیشنهادهایی برای بهبود و هماهنگ‌سازی بین‌المللی ارائه می‌شود.

در مجموع، مسئله‌ی برچسب‌گذاری و ردیابی محصولات تراریخته صرفاً یک موضوع فنی نیست، بلکه ابعاد اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی گسترده‌ای دارد. با توجه به پیش‌بینی افزایش جمعیت جهان به ۱۰ میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰ و نیاز به ۷۰ درصد تولید بیشتر غذا، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین کشاورزی اجتناب‌ناپذیر است، اما موفقیت آن‌ها تنها زمانی تضمین می‌شود که همراه با سیاست‌های شفاف، نظام‌های ردیابی دقیق و برچسب‌گذاری قابل اعتماد اجرا شود.

مثال عینی

رخدادهای GM ذرت عمدتاً شامل ویژگی‌های مقاومت به آفات و مقاومت به علف‌کش‌ها هستند؛ برای مثال، Bt11 و MON810 برای مقابله با آفات و NK603 و T25 برای مقاومت به علف‌کش‌های گلیفوسات و گلوفوسینات آمونیوم توسعه یافته‌اند (EFSA, 2017). علاوه بر رخدادهای منفرد، ترکیب‌های چندگانه نیز وجود دارند که ویژگی‌های مقاومت به آفات و علف‌کش‌ها را به‌طور همزمان ارائه می‌کنند؛ نمونه‌ای از آن‌ها، رخداد Bt11 × MIR162 × MIR604 × GA21 است که در بسیاری از کشورها برای افزایش عملکرد و کاهش استفاده از علف‌کش‌ها به‌کار گرفته می‌شود (EFSA, 2017).

کشورهای مختلف بر اساس نیازهای کشاورزی و سیاست‌های داخلی، از رخدادهای متفاوتی بهره‌برداری می‌کنند. در آمریکا، کشاورزان عمدتاً از ترکیب‌های چندگانه برای بهبود مدیریت آفات و کاهش هزینه‌های تولید استفاده می‌کنند، در حالی که برزیل و آرژانتین به رخدادهای مقاوم به علف‌کش‌ها برای کاهش استفاده از علف‌کش‌ها و افزایش بهره‌وری متکی هستند (ISAAA, 2025).

اتحادیه اروپا با وجود محدودیت‌های قانونی، برخی کشورها مانند اسپانیا و رومانی به کشت محدود GM ذرت برای استفاده در خوراک دام پرداخته‌اند (EFSA, 2017). ایران نیز به دلیل ممنوعیت کشت تجاری GM، به واردات ذرت GM از کشورهای تولیدکننده مانند برزیل و آرژانتین اقدام کرده است و این محصولات عمدتاً در خوراک دام و طیور مصرف می‌شوند (Hashemi and Mohammadi, 2021).

ویژگی‌های علمی این رخدادها، از جمله مقاومت به آفات و علف‌کش‌ها، نقش مهمی در کشاورزی مدرن دارند، زیرا به کاهش استفاده از آفت‌کش‌ها و بهبود عملکرد محصول منجر می‌شوند. با این

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

حال، تفاوت‌های کشوری در انتخاب رخدادها نشان‌دهنده تأثیر سیاست‌های ملی، شرایط محیطی و نیازهای بازار بر تصمیم‌گیری کشاورزان است. مقایسه بین کشورها نشان می‌دهد که آمریکا و کشورهای آمریکای جنوبی از رخدادهای متنوع و ترکیبی بهره می‌برند، اتحادیه اروپا محدودیت‌های قانونی دارد و ایران عمدتاً به واردات متکی است. این تحلیل نشان می‌دهد که بهره‌برداری از فناوری GM ذرت به‌طور مستقیم با نیازهای اقتصادی، استراتژی‌های کشاورزی و مقررات ملی مرتبط است و بررسی‌های مستمر در زمینه ایمنی زیستی و اثرات محیطی آن ضروری است (Hashemi and Mohammadi, 2021).

تعداد رخدادهای GM ذرت و وضعیت کشت تجاری

بر اساس پایگاه داده ISAAA، ۳۰۷ رخداد GM ذرت ثبت شده‌اند. از این تعداد، تنها تعداد محدودی برای کشت تجاری در کشورهای مختلف تأیید شده‌اند. برای مثال، در سال ۲۰۱۷، ۱۳۸ رخداد GM ذرت برای کشت تجاری تأیید شده‌اند که بیش از ۶۵٪ آن‌ها ترکیب‌های چندگانه (stacked events) بوده‌اند.

ویژگی‌های علمی و واکنش به علف‌کش‌ها

رخدادهای GM ذرت معمولاً شامل ویژگی‌های زیر هستند:

مقاومت به آفات: مانند Bt11 و MON810 که ژن‌های *cry* از باکتری *Bacillus thuringiensis* را برای مقاومت به آفات وارد می‌کنند.

مقاومت به علف‌کش‌ها: رخدادهایی مانند NK603 و T25 که به ترتیب به علف‌کش‌های گلیفوسات و گلوفوسینات آمونیوم مقاوم هستند.

ترکیب ویژگی‌ها: رخدادهای ترکیبی مانند Bt11 × MIR162 × MIR604 × GA21 که ترکیبی از ویژگی‌های مقاومت به آفات و علف‌کش‌ها را ارائه می‌دهند.

این ویژگی‌ها باعث افزایش عملکرد، کاهش استفاده از علف‌کش‌ها و بهبود مدیریت آفات در مزارع می‌شوند.

بازارهای مصرف و دلایل کشت

کشورهای مختلف با توجه به نیازهای کشاورزی و سیاست‌های خود، از رخدادهای مختلف GM ذرت استفاده می‌کنند:

آمریکا: کشاورزان آمریکایی از ترکیب‌های چندگانه مانند Bt11 × MIR162 × MIR604 × GA21 برای افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌های تولید استفاده می‌کنند.

برزیل و آرژانتین: این کشورها از رخدادهای مقاوم به علف‌کش مانند NK603 برای کاهش هزینه‌های کنترل علف‌های هرز استفاده می‌کنند.

اتحادیه اروپا: با وجود محدودیت‌های قانونی، برخی کشورها مانند اسپانیا و رومانی به کشت محدود GM ذرت برای استفاده در خوراک دام پرداخته‌اند.

وضعیت واردات و استفاده در ایران

ایران به دلیل محدودیت‌های قانونی و عدم کشت تجاری GM در داخل کشور، به واردات ذرت GM از کشورهای تولیدکننده مانند برزیل و آرژانتین پرداخته است. این واردات عمدتاً برای استفاده در خوراک دام و طیور صورت می‌گیرد. مطالعات نشان داده‌اند که ایران به شدت به واردات محصولات GM مانند ذرت، سویا و پنبه وابسته است.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

خلاصه‌ای از توضیحات فوق، در جدول شماره ۱ ارایه شده است.

جدول ۱. مقایسه رخدادهای تراریخته، ویژگی و کاربرد آن‌ها در کشورهای مختلف

کشور	تعداد رخدادهای GM تأیید شده	ویژگی‌های اصلی	بازار مصرف
آمریکا	بیش از ۶۵٪ ترکیب‌های چندگانه	مقاومت به آفات و علف‌کش‌ها	خوراک دام و انسان
برزیل و آرژانتین	متنوع	مقاومت به علف‌کش‌ها	خوراک دام و انسان
اتحادیه اروپا	محدود	مقاومت به آفات	خوراک دام
ایران	واردات از کشورهای تولیدکننده	-	خوراک دام و طیور

رخدادهای GM ذرت با ویژگی‌های خاص خود، نقش مهمی در کشاورزی مدرن ایفا می‌کنند (جدول شماره ۲). کشورهای مختلف با توجه به نیازهای خود، از این فناوری بهره‌برداری می‌کنند. ایران با واردات این محصولات، تلاش می‌کند تا نیازهای داخلی خود را تأمین کند. با این حال، نیاز به بررسی‌های بیشتر در زمینه ایمنی زیستی و تأثیرات زیست‌محیطی این محصولات احساس می‌شود.

جدول ۲. رخدادهای مهم GM ذرت و ویژگی‌ها

کشور/منطقه عمده	بازار اصلی مصرف	واکنش به علف‌کش‌ها	ویژگی‌ها	رخداد GM
آمریکا، اسپانیا	خوراک دام، انسان	حساس	مقاومت به آفات (Bt)	Bt11
آمریکا، اسپانیا	خوراک دام، انسان	حساس	مقاومت به آفات (Bt)	MON810
آمریکا، برزیل، آرژانتین	خوراک دام، انسان	مقاوم	مقاومت به علف‌کش (گلیفوسات)	NK603
آمریکا، برزیل	خوراک دام، انسان	مقاوم	مقاومت به علف‌کش (گلوفوسینات)	T25
آمریکا، برزیل	خوراک دام، انسان	مقاوم	مقاومت به آفات و علف‌کش‌ها	Bt11 × MIR162 × MIR604 × GA21

توضیح: ترکیب‌های چندگانه معمولاً برای بهبود عملکرد، کاهش استفاده از آفت‌کش‌ها و مدیریت بهتر علف‌های هرز توسعه یافته‌اند.

تحلیل رخدادهای GM ذرت نشان می‌دهد که این فناوری می‌تواند به افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌های کشاورزی و بهبود مدیریت آفات کمک کند. تفاوت‌های کشوری در انتخاب رخدادها ناشی

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

از سیاست‌های ملی، شرایط محیطی و نیازهای بازار است. در ایران، استفاده از محصولات تراریخته عمدتاً در قالب واردات نهاده‌هایی مانند ذرت و سویای تراریخته برای مصرف در خوراک دام و طیور انجام می‌شود و کشت تجاری گسترده این محصولات در داخل کشور محدود است. از این‌رو، ارزیابی‌های ایمنی زیستی، نظارت بر واردات و پایش آثار احتمالی زیست‌محیطی و بهداشتی این محصولات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

بررسی تطبیقی نظام‌های برچسب‌گذاری و ردیابی در کشورهای مختلف

اتحادیه اروپا: چارچوب سخت‌گیرانه و یکپارچه

اتحادیه اروپا (EU) به عنوان یکی از پیشگامان در حوزه سیاست‌گذاری محصولات تراریخته، سخت‌گیرانه‌ترین نظام برچسب‌گذاری و ردیابی را در جهان اجرا می‌کند. اساس این سیاست‌ها بر مبنای **اصل احتیاط** (**Precautionary Principle**) بنا شده است. این اصل به سیاست‌گذاران اجازه می‌دهد تا حتی در شرایط نبود شواهد قطعی علمی درباره خطرات احتمالی، مقررات سخت‌گیرانه‌تری را برای حفاظت از سلامت عمومی و محیط زیست وضع کنند (EFSA, 2021).

اتحادیه اروپا براساس اصل احتیاط، یکی از نظام‌های نسبتاً سخت‌گیرانه برچسب‌گذاری و ردیابی محصولات تراریخته را اجرا می‌کند؛ رویکردی که الزاما براساس ملاحظات علمی نیست؛ بلکه، تحت تأثیر عوامل اجتماعی، سیاسی و فرهنگی نیز قرار دارد. در مباحث سیاست‌گذاری و ارزیابی ریسک، نگرانی‌هایی مانند احتمال انتقال ژن به گونه‌های خویشاوند، مدیریت مقاومت علف‌های هرز و آثار احتمالی بلندمدت زیست‌محیطی مورد توجه قرار گرفته‌اند، هرچند در بسیاری از موارد شواهد قطعی درباره خطرات مستقیم برای سلامت انسان گزارش نشده است (EFSA, 2021; WHO, 2022).

در کنار این عوامل، ملاحظات اقتصادی و راهبردی نیز نقش مهمی دارند. اروپا نگران وابستگی به بذرهای غیراروپایی و سلطه شرکت‌های چندملیتی به‌ویژه آمریکایی است؛ وابستگی‌ای که می‌تواند امنیت غذایی و استقلال کشاورزی قاره را تهدید کند. همچنین، ترس از تغییر الگوی مصرف و گرایش بازار به سمت محصولات وارداتی تراریخته، سیاست‌گذاران اروپایی را به اعمال مقررات سخت‌گیرانه و حتی تعرفه‌گذاری متغیر برای مدیریت بازار و حمایت از تولیدکنندگان داخلی سوق داده است. علاوه بر این، نگرانی از ورود محصولات تراریخته‌ی بدون هویت یا فاقد برچسب معتبر به بازار، ضرورت ایجاد نظام‌های برچسب‌گذاری و کنترل دقیق را دوچندان کرده است.

در مجموع، رویکرد احتیاطی اتحادیه اروپا در قبال محصولات تراریخته صرفاً بر پایه ملاحظات علمی استوار نیست، بلکه عوامل اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و نهادی نیز در شکل‌گیری آن نقش داشته‌اند. برای مثال، با وجود تأیید برخی محصولات تراریخته در سطح اتحادیه اروپا، تعدادی از کشورهای عضو محدودیت‌ها یا ممنوعیت‌های ملی برای کشت برخی رخدادها مانند MON810 اعمال کرده‌اند. همچنین اختلافات طولانی‌مدت میان اتحادیه اروپا و ایالات متحده درباره تجارت محصولات تراریخته در سازمان تجارت جهانی، نشان‌دهنده ابعاد سیاسی و تجاری این موضوع در کنار ملاحظات علمی و ایمنی غذایی است (Aerni, 2004; WTO, 2006; Paarlberg, 2010).

قوانین کلیدی اتحادیه اروپا

دو مقرره‌ی اصلی اتحادیه اروپا در این حوزه عبارت‌اند از:

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

1. **Regulation (EC) No. 1829/2003** مربوط به غذاها و خوراک‌های دامی تراریخته.

2. **Regulation (EC) No. 1830/2003** درباره ردیابی و برچسب‌گذاری GMOs و محصولات مشتق از آن‌ها.

طبق این مقررات، هر محصولی که بیش از ۰/۹ درصد، محتوای تراریخته داشته باشد، باید برچسب‌گذاری شود. این حد آستانه به‌عنوان یکی از پایین‌ترین‌ها در جهان شناخته می‌شود و نشان‌دهنده سخت‌گیری بالای اروپا نسبت به شفافیت برای مصرف‌کنندگان است.

نظام ردیابی

اتحادیه اروپا سیستم «از مزرعه تا سفره (Farm to Fork)» را اجرا می‌کند. در این نظام، هر عضو زنجیره تولید (از کشاورز تا خرده‌فروش) موظف است تا اطلاعات مربوط به مبدا، حمل‌ونقل و فرآیند محصول را ثبت و نگهداری کند. این اطلاعات در صورت بروز مشکل ایمنی، امکان ردیابی و جمع‌آوری سریع محصول را فراهم می‌آورد (European Commission, 2020a, b).

واکنش اجتماعی

افکار عمومی در اروپا به شدت نسبت به محصولات تراریخته حساس است. نظرسنجی‌ها نشان می‌دهد که اکثریت مردم اروپایی تمایلی به مصرف این محصولات ندارند. همین موضوع، فشار زیادی بر سیاست‌گذاران وارد کرده و باعث شده تا قوانین سخت‌گیرانه‌تری وضع شود (Gaskell *et al.*, 2010).

نمونه کشورهای اروپایی (فرانسه، آلمان، اسپانیا، اتریش و لیتوانی)

فرانسه با وجود تصویب قوانین اتحادیه، بارها کشت ذرت تراریخته را ممنوع کرده است (Davison, 2010).

آلمان برخی محصولات را به دلایل زیست‌محیطی محدود کرده و رویکرد محافظه‌کارانه دارد (Davison, 2010).

اسپانیا تنها کشور اروپای غربی است که به طور گسترده ذرت تراریخته کشت می‌کند، هرچند همچنان ملزم به برچسب‌گذاری است (ISAAA, 2020).

اتریش و لیتوانی هر دو کشور مخالف سرسخت GMO هستند و قوانین ملی سخت‌گیرانه‌ای در کنار قوانین اتحادیه اعمال کرده‌اند (European Commission, 2015).

ایالات متحده آمریکا نظامی انعطاف‌پذیر با تأکید بر نوآوری است. آمریکا بزرگ‌ترین تولیدکننده و مصرف‌کننده محصولات تراریخته در جهان است. بیش از ۹۰ درصد ذرت، سویا و پنبه تولیدی این کشور تراریخته‌اند (USDA Foreign Agricultural Service, 2020). سیاست ایالات متحده بر پایه ارزیابی محصول نهایی به جای فرآیند تولید است؛ به عبارت دیگر، اگر محصولی از نظر ترکیب نهایی ایمن باشد، الزام خاصی برای برچسب‌گذاری ندارد.

قانون فدرال ۲۰۱۶ و اجرای آن از ۲۰۲۲

در سال ۲۰۱۶ کنگره آمریکا قانونی با عنوان National Bioengineered Food Disclosure Standard تصویب کرد. طبق این قانون، از ژانویه ۲۰۲۲ تمام شرکت‌ها ملزم به درج برچسب **Bioengineere** بر روی محصولات واجد شرایط شدند. این برچسب می‌تواند به صورت نوشته، کد QR یا لینک اینترنتی درج شود (USDA Foreign Agricultural Service, 2020).

ویژگی‌ها و انتقادات

حد آستانه: ۵ درصد، که بالاتر از حد اروپا (۰/۹٪) است.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

انتقادات: برخی گروه‌های مصرف‌کننده معتقدند استفاده از کد QR شفافیت کافی ندارد، زیرا نیازمند دسترسی به اینترنت و تلفن هوشمند است.

مزیت‌ها: انعطاف‌پذیری بیشتر برای تولیدکنندگان و کاهش هزینه‌های اجرایی نسبت به مدل اروپایی.

کانادا: رویکرد داوطلبانه

کانادا یکی از کشورهایی است که سیاست برچسب‌گذاری داوطلبانه را اتخاذ کرده است. در این کشور، تأکید اصلی بر ایمنی غذایی و ارزیابی علمی قبل از عرضه محصول است. اگر محصولی تفاوت معناداری از نظر ترکیب با همتای غیرتراریخته خود نداشته باشد، الزام به برچسب‌گذاری ندارد (Health Canada, 2019).

ویژگی‌ها

۱. برچسب‌گذاری داوطلبانه اما باید «صادقانه، شفاف و غیرگمراه‌کننده» باشد.

۲. صنعت غذایی و خرده‌فروشان خود می‌توانند در صورت تمایل برچسب «Non-GMO» درج کنند.

۳. رویکرد مورد انتقاد گروه‌های مدنی است که معتقدند این سیاست حق انتخاب مصرف‌کنندگان را محدود می‌کند.

آمریکای لاتین (برزیل و آرژانتین)

برزیل: نظام سخت‌گیرانه با نماد خاص

برزیل یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان سویا و ذرت تراریخته در جهان است. این کشور از سال ۲۰۰۳ برچسب‌گذاری اجباری را با آستانه ۱ درصد اجرا می‌کند. ویژگی متمایز برزیل استفاده از نماد زرد رنگ مثلثی با حرف T است که روی بسته‌بندی محصولات درج می‌شود (USDA Foreign Agricultural Service, 2023).

آرژانتین: تمرکز بر ارزیابی ایمنی

آرژانتین نیز تولیدکننده بزرگ محصولات تراریخته است اما رویکرد آن نسبت به برچسب‌گذاری مشابه کانادا می‌باشد. برچسب‌گذاری الزامی نیست مگر این‌که محصول، تغییر ترکیبی قابل توجهی داشته باشد (Whelan and Lema, 2015).

آسیا (چین، ژاپن، هند، اندونزی و سنگاپور)

چین: سیاست‌های سخت‌گیرانه و محدودیت کشت

چین یکی از واردکنندگان عمده سویا و ذرت تراریخته است. بر اساس قوانین ۲۰۰۱ و اصلاحات بعدی، برچسب‌گذاری محصولات تراریخته، اجباری است و آستانه آن ۰/۹ درصد تعیین شده است. در عین حال، دولت چین، کشت برخی محصولات تراریخته (مانند برنج) را به دلیل نگرانی‌های اجتماعی محدود کرده است (Zhu *et al.*, 2016; Cui and Shoemaker, 2018).

ژاپن: برچسب‌گذاری انتخابی

ژاپن از سال ۲۰۰۱ نظام برچسب‌گذاری اجباری را برای گروهی از محصولات خاص شامل سویا، ذرت، سیب‌زمینی، کلزا و پنبه اعمال کرده است. آستانه برچسب‌گذاری در ژاپن، ۵ درصد است. یکی از ویژگی‌های منحصربه‌فرد ژاپن، الزام به درج نام دقیق ماده تراریخته روی برچسب است.

نظام ردیابی

در ژاپن، نظام ردیابی غذا تحت عنوان «از مزرعه تا سفره (Farm-to-Table)» به‌منظور تضمین ایمنی، کیفیت و شفافیت در زنجیره تأمین غذایی طراحی شده است. این سیستم به‌ویژه پس از بحران‌های بهداشتی مانند شیوع بیماری جنون گاوی (BSE) در اوایل دهه ۲۰۰۰ تقویت شد.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

چارچوب قانونی و اجرایی

ژاپن از سال ۲۰۰۳ با تصویب «قانون ایمنی غذایی پایه (Food Safety Basic Law)»، اصولی را برای ردیابی غذا در کل زنجیره تأمین معرفی کرد. این قانون بر شفافیت، مسئولیت‌پذیری و مشارکت مصرف‌کنندگان تأکید دارد و از رویکرد «از مزرعه تا سفره» حمایت می‌کند.

علاوه بر این، وزارت کشاورزی، جنگلداری و شیلات ژاپن (MAFF, 2007) با انتشار «راهنمای معرفی سیستم‌های ردیابی غذا» (Handbook for Introduction of Food Traceability Systems)، دستورالعمل‌هایی برای تولیدکنندگان، فرآوری‌کنندگان، توزیع‌کنندگان و خرده‌فروشان ارائه داده است.

الزامات ردیابی

در ژاپن، ردیابی غذا به‌ویژه برای محصولات خاصی مانند گوشت گاو، برنج، تخم‌مرغ، صدف‌ها، ماهی‌های پرورشی و جلبک‌ها الزامی است. برای مثال، از سال ۲۰۰۳، سیستم ردیابی گوشت گاو داخلی با استفاده از کدهای ده‌رقمی برای شناسایی هر قطعه گوشت از مزرعه تا مصرف‌کننده اجرا شد.

فناوری اطلاعات و نوآوری

ژاپن در استفاده از فناوری اطلاعات برای ردیابی غذا پیشرو است. برای مثال، دانشگاه توکیو با همکاری مرکز ملی تحقیقات علمی فرانسه (CNRS) اپلیکیشنی را توسعه داده است که امکان ردیابی شفاف غذا از مزرعه تا سفره را فراهم می‌کند و به‌ویژه برای تولیدکنندگان کوچک و مصرف‌کنندگان مفید است.

همکاری بخش های عمومی و خصوصی

مطالعات نشان می‌دهند که همکاری مؤثر بین بخش‌های دولتی و خصوصی در ژاپن، به‌ویژه در استفاده از فناوری اطلاعات برای ردیابی غذا، موجب افزایش اعتماد مصرف‌کنندگان و بهبود کارایی زنجیره تأمین شده است.

لذا، نظام ردیابی غذا در ژاپن با ترکیب قوانین جامع، فناوری پیشرفته و همکاری بین بخش‌های دولتی و خصوصی، نمونه‌ای موفق از اجرای رویکرد «از مزرعه تا سفره» است که می‌تواند برای کشورهای دیگر الگو باشد.

هند: تأکید بر سلامت و کشاورزی معیشتی

هند از سال ۲۰۰۶ برچسب‌گذاری محصولات غذایی تراریخته را اجباری کرده است. قوانین این کشور نه تنها شامل محصولات گیاهی است بلکه فرآورده‌های دامی را نیز در بر می‌گیرد. چالش اصلی اجرای این قوانین، گستردگی بازار غیررسمی و ضعف زیرساخت‌های آزمایشگاهی است (Seshia, 2019).

اندونزی: اجرای دشوار

اندونزی، برچسب‌گذاری اجباری برای محصولاتی با بیش از ۵ درصد محتوای تراریخته وضع کرده است. با این حال، محدودیت منابع مالی و زیرساخت‌های آزمایشگاهی باعث شده تا اجرای کامل این مقررات با مشکل مواجه شود.

سنگاپور: رویکرد داوطلبانه اما علمی

سنگاپور نظام داوطلبانه دارد، اما هر محصول قبل از ورود به بازار باید تحت ارزیابی علمی دقیق قرار گیرد. این کشور با جمعیت کم و بازار وارداتی، بیشتر بر کنترل مرزی تمرکز دارد.

خاورمیانه (امارات متحده عربی و عمان)

امارات متحده عربی

امارات در سال ۲۰۱۰ قانونی تصویب کرد که بر اساس آن تمام محصولات غذایی تراریخته باید برچسب‌گذاری شوند. ویژگی خاص این کشور الزام به دو زبانه بودن برچسب (عربی–انگلیسی) و انطباق با استانداردهای حلال است.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

عمان

عمان نیز قوانین مشابهی با امارات دارد و واردات محصولات بدون برچسب‌گذاری مناسب را ممنوع کرده است. این سیاست‌ها بخشی از استراتژی کلان کشورهای شورای همکاری خلیج فارس برای هماهنگی در استانداردهای غذایی است.

جمع بندی: بررسی تطبیقی نظام‌های برچسبگذاری و ردیابی در کشورهای مختلف

نظام‌های برچسب‌گذاری و ردیابی محصولات تراریخته در کشورهای مختلف، علی‌رغم شباهت‌های ظاهری، در عمل رویکردهای بسیار متنوعی دارند. بررسی تطبیقی این نظام‌ها نشان می‌دهد که تفاوت‌ها نه‌تنها ناشی از ارزیابی علمی، بلکه به شدت متأثر از فرهنگ مصرف‌کننده، تاریخچه سیاست‌گذاری غذایی، اولویت‌های اقتصادی و حتی ملاحظات ژئوپلیتیک هستند که در ادامه، شرح داده می‌شود.

۱. دوگانگی اروپا و آمریکا

اروپا و آمریکا به‌عنوان دو قطب اصلی تجارت جهانی غذا، رویکردهای کاملاً متفاوتی اتخاذ کرده‌اند. اروپا با تأکید بر اصل احتیاط، سخت‌گیرانه‌ترین استانداردها را برای برچسب‌گذاری و ردیابی اعمال می‌کند. در مقابل، آمریکا با تأکید بر نوآوری و کاهش هزینه‌های تولید، نظامی انعطاف‌پذیرتر را برگزیده است. این دوگانگی نه تنها اختلافات فنی ایجاد کرده، بلکه بارها منجر به منازعات سیاسی و حقوقی در سازمان تجارت جهانی شده است (USDA Foreign Agricultural Service, 2003 and 2023).

از منظر اقتصادی، سیاست‌های سخت‌گیرانه اروپا هزینه‌های بیشتری بر تولیدکنندگان تحمیل می‌کند اما اعتماد مصرف‌کنندگان را جلب کرده است. در مقابل، سیاست‌های آمریکا باعث شده تا کشاورزان و صنایع غذایی آزادی عمل بیشتری داشته باشند، اما مصرف‌کنندگان انتقادات زیادی به شفافیت ناکافی این نظام وارد کرده‌اند.

۲. نقش فرهنگ مصرف‌کننده

فرهنگ و نگرش عمومی نسبت به فناوری‌های نوین تأثیر مستقیمی بر سیاست‌گذاری دارد. در اروپا، حساسیت بالای مصرف‌کنندگان نسبت به سلامت و محیط زیست باعث شده تا دولت‌ها به‌ناچار قوانین سخت‌گیرانه وضع کنند. در ژاپن نیز فشار اجتماعی مشابهی وجود داشته است، اما در کشورهایی مانند برزیل و آرژانتین، که کشاورزی صنعتی سهم بزرگی از اقتصاد ملی دارد، سیاست‌گذاران بیشتر به حمایت از تولیدکنندگان متمایل بوده‌اند تا به خواسته‌های مصرف‌کنندگان (Cui and Shoemaker, 2018; Zhu *et al*., 2016).

۳. تأثیر بر تجارت جهانی

تفاوت استانداردها مانعی جدی برای تجارت بین‌المللی است. به عنوان مثال، صادرات ذرت آمریکا به اروپا با محدودیت‌های جدی روبروست زیرا بسیاری از محموله‌ها حاوی بیش از ۰/۹ درصد GMO هستند. این موضوع، هزینه‌های جداسازی زنجیره تأمین را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، کشورهایی مانند چین و هند برای حمایت از کشاورزی داخلی، از ابزار برچسب‌گذاری به‌عنوان ابزاری برای کنترل واردات استفاده می‌کنند.

۴. چالش‌های اجرایی

حتی کشورهایی که قوانین سخت‌گیرانه دارند، در عمل با مشکلات زیادی برای اجرا روبرو هستند:

هزینه‌های آزمایشگاهی: آزمایش دی‌ان‌ا و پروتئین‌ها هزینه‌بر است.

کمبود زیرساخت‌ها: بسیاری از کشورهای در حال توسعه، امکانات آزمایشگاهی کافی ندارند.

پیچیدگی زنجیره تأمین جهانی: محصولات غذایی اغلب ترکیبی از چند ماده اولیه از

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

کشورهای مختلف هستند که ردیابی دقیق را دشوار می‌کند.

این چالش‌ها باعث شده تا بسیاری از قوانین در عمل با انعطاف بیشتری اجرا شوند یا نظارت‌ها محدود باشد.

۵. فناوری‌های نوین و آینده ردیابی

ظهور فناوری‌های دیجیتال و زیستی، چشم‌انداز جدیدی برای ردیابی و برچسب‌گذاری ایجاد کرده است:

بلاکچین (Blockchain): امکان ثبت غیرقابل تغییر داده‌ها در تمام مراحل زنجیره تأمین.

بیوتکنولوژی‌های نوین مانند CRISPR: مرز میان محصولات «تراریخته» و «اصلاح‌شده ژنی» را مبهم کرده است. بسیاری از کشورها هنوز مشخص نکرده‌اند این محصولات جدید چگونه باید برچسب‌گذاری شوند.

هوش مصنوعی: استفاده از سایر ابزارهای هوشمند و داده‌کاوی نیز می‌تواند در مدیریت داده‌های عظیم زنجیره غذایی و شناسایی سریع آلودگی‌ها به کار رود.

این فناوری‌ها می‌توانند هزینه‌های ردیابی را کاهش دهند و شفافیت بیشتری ایجاد کنند، اما در عین حال سؤالات حقوقی و اخلاقی جدیدی را مطرح می‌کنند.

۶. ابعاد حقوقی و اخلاقی

موضوع برچسب‌گذاری GMOs صرفاً علمی یا اقتصادی نیست، بلکه با حقوق مصرف‌کننده و اصول اخلاقی نیز پیوند دارد. حق انتخاب آگاهانه یکی از اصول بنیادین حقوق مصرف‌کننده است و بسیاری معتقدند حتی در صورت نبود خطر قطعی، مصرف‌کننده باید بداند محصولی که خریداری می‌کند تراریخته است یا خیر. در مقابل، برخی می‌گویند برچسب‌گذاری اجباری ممکن است به ایجاد ترس غیرعلمی و بی‌مورد منجر شود.

در ادامه، خلاصه مطالب در قالب جدول شماره ۳ و ۴، ارایه شده است.

جدول ۳. نظام‌های برچسب‌گذاری و ایمنی زیستی

ردیف	کشور	آستانه	برچسب‌گذاری	قانون ایمنی زیستی (دارد/ ندارد)	عضو پروتکل کارتاهنا هست؟ (بله/خیر)	توضیحات
۱	اتحادیه اروپا	٪۰/۹	اجباری	دارد (قوانین اتحادیه)	بله	سخت‌گیرانه‌ترین نظام؛ ردیابی از مزرعه تا سفره
۲	فرانسه	٪۰/۹	اجباری	دارد (قوانین ملی+ اتحادیه)	بله	کشت برخی محصولات ممنوع
۳	آلمان	٪۰/۹	اجباری	دارد	بله	محافظه‌کارانه؛ محدودیت کشت
۴	اسپانیا	٪۰/۹	اجباری	دارد	بله	تنها کشور اروپای غربی با کشت گسترده ذرت تراریخته
۵	اتریش	٪۰/۹	اجباری	دارد	بله	مخالف سرسخت GMO

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

۶	لیتوانی	٪۰/۹	اجباری	دارد	بله	قوانین سخت‌گیرانه ملی
۷	ایالات متحده	٪۵	اجباری از ۲۰۲۲	ندارد قانون جامع ملی	خیر	برچسب Bioengineered؛ انعطاف‌پذیر
۸	کانادا	ندارد	داوطلبانه	دارد	بله	تمرکز بر ایمنی محصول نهایی
۹	برزیل	٪۱	اجباری	دارد	بله	نماد T زرد روی بسته‌بندی
۱۰	آرژانتین	ندارد	داوطلبانه	دارد	بله	تمرکز بر ارزیابی ایمنی
۱۱	روسیه	٪۰/۹	اجباری	دارد	بله	محدودیت شدید کشت
۱۲	چین	٪۰/۹	اجباری	دارد	بله	ممنوعیت کشت برخی محصولات؛ کنترل شدید
۱۳	ژاپن	٪۵	اجباری برای محصولات منتخب	دارد	بله	فهرست محدود محصولات شامل سویا، ذرت، سیب‌زمینی
۱۴	هند	مشخص نیست (اغلب سختگیرانه)	اجباری	دارد	بله	شامل محصولات دامی؛ مشکلات اجرایی
۱۵	اندونزی	٪۵	اجباری	دارد	بله	مشکل در اجرا به دلیل زیرساخت ضعیف
۱۶	سنگاپور	ندارد	داوطلبانه	دارد	بله	تمرکز بر ارزیابی ایمنی قبل از بازار
۱۷	امارات	مشخص نیست	اجباری	دارد	بله	برچسب دوبارچسب عربی-انگلیسی؛ الزامات حلال
۱۸	عمان	مشخص نیست	اجباری	دارد	بله	هماهنگی با شورای همکاری خلیج فارس

نکته کلیدی

در ظاهر، آستانه‌ی برچسب‌گذاری محصولات تراریخته در آمریکا و ژاپن (۵٪) یکسان است، اما منطق و مبانی سیاستی این دو کشور کاملاً متفاوت است. می‌توان این تفاوت را چنین توضیح داد:

ایالت متحده آمریکا

رویکرد مبتنی بر «ارزیابی محصول نهایی»: سیاست آمریکا بر این اصل استوار است که محصولات تراریخته از نظر ایمنی، تفاوتی ماهوی با محصولات متداول ندارند، مگر اینکه شواهدی خلاف آن وجود داشته باشد. بنابراین، برچسب‌گذاری تنها در صورتی الزامی است که ترکیب نهایی محصول تغییر قابل‌توجهی در ارزش تغذیه‌ای یا ایجاد آلرژی‌زایی جدید داشته باشد.

حد ۵٪ به‌عنوان آستانه‌ی عملیاتی: این سطح بیشتر از نظر سهولت اجرایی و جلوگیری از هزینه‌های سنگین کنترل و آزمایش تعیین شده است، چرا که سیستم کشاورزی آمریکا بسیار

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

گسترده و یکپارچه است و تفکیک کامل زنجیره تأمین دشوار خواهد بود.

تأکید بر اعتماد به صنعت و بازار آزاد: فلسفه سیاست‌گذاری آمریکا بر پایه حمایت از نوآوری، کاهش موانع تجاری و اعتماد به مکانیزم‌های بازار است. از این منظر، سطح پایین‌تر (مثل ۰/۹ درصد در اروپا) غیرعملی و هزینه‌بر تلقی می‌شود.

ژاپن

رویکرد مبتنی بر «حساسیت مصرف‌کننده: جامعه ژاپنی به شدت به ایمنی غذایی و سلامت حساس است و سیاست‌گذاران ناگزیرند شفافیت بیشتری در بازار فراهم کنند. برچسب‌گذاری در این کشور برای حفظ اعتماد عمومی و پاسخ به دغدغه‌های اجتماعی طراحی شده است.

حد ۵٪ به‌عنوان « حد تحمل فنی Threshold of Tolerance »: برخلاف آمریکا، هدف ژاپن اطمینان‌بخشی به مصرف‌کنندگان است، اما از آنجا که کنترل کامل در سطح پایین‌تر (مثلاً ۱٪ یا کمتر) با توجه به پیچیدگی واردات و محدودیت‌های آزمایشگاهی پرهزینه و دشوار بود، آستانه‌ی ۵٪ به‌عنوان حدی منطقی و قابل‌اجرا پذیرفته شد.

تمرکز بر کالاهای اصلی وارداتی: ژاپن یکی از بزرگ‌ترین واردکنندگان محصولات کشاورزی (به‌ویژه سویا و ذرت آمریکایی) است. تعیین آستانه‌ی ۵٪ امکان واردات پایدار این کالاهای اساسی را فراهم می‌کند و در عین حال، چارچوبی نسبی برای مدیریت نگرانی‌های مصرف‌کنندگان ایجاد می‌نماید.

بنابراین، آستانه‌ی ۵٪ در آمریکا بیشتر نتیجه‌ی یک منطق علمی-اقتصادی و اجرایی برای کاهش هزینه‌ها و حمایت از صنعت است، در حالی که در ژاپن این سطح یک گزینه مصالحه‌ای بین حساسیت بالای مصرف‌کنندگان و محدودیت‌های فنی-تجاری به شمار می‌رود. به عبارت دیگر، آمریکا بر «کاهش مقررات و اعتماد به صنعت» تأکید دارد، اما ژاپن بر «مدیریت اعتماد عمومی و ملاحظات اجتماعی» متمرکز است، هرچند هر دو به یک عدد مشابه رسیده‌اند (شکل شماره ۱).

جدول ۴. مقایسه رویکرد برچسب‌گذاری و ایمنی زیستی در آمریکا و ژاپن

ردیف	شاخص / کشور	ایالات متحده آمریکا	ژاپن
۱	رویکرد اصلی	مبتنی بر ارزیابی محصول نهایی (Product-Based Assessment)	مبتنی بر حساسیت و اعتماد مصرف‌کننده (Consumer-Oriented Assessment)
۲	هدف از آستانه ۵٪	تسهیل کنترل اجرایی، کاهش هزینه‌ها، حمایت از نوآوری و صنعت	ایجاد شفافیت و اعتماد عمومی در بازار، مدیریت نگرانی‌های اجتماعی
۳	منطق علمی	محصولات تراریخته از نظر ایمنی تفاوت ماهوی با محصولات سنتی ندارند مگر شواهد متقن	حساسیت اجتماعی به ایمنی غذایی بالاست؛ آستانه فنی قابل اجرا تعیین شده
۴	ابعاد اقتصادی	حفظ جریان آزاد نوآوری و کاهش موانع تولید و تجارت داخلی	تضمین واردات پایدار کالاهای اساسی و مدیریت بازار مصرف با حداقل هزینه
۵	پیامد اجرایی	آستانه ۵٪ به‌عنوان حد عملیاتی برای جلوگیری از هزینه‌های سنگین آزمایش و ردیابی	آستانه ۵٪ به‌عنوان حد تحمل فنی برای کنترل قابل قبول محصولات وارداتی
۶	فلسفه سیاست‌گذاری	اعتماد به مکانیزم‌های بازار و صنعت	مدیریت اعتماد مصرف‌کننده و ملاحظات اجتماعی

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]



شکل ۱. مقایسه برچسب‌گذاری تراریخته در ایالت متحده آمریکا و ژاپن

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مرور تطبیقی نظام‌های برچسب‌گذاری و ردیابی محصولات تراریخته نشان می‌دهد که جهان امروز با تنوع چشمگیری از رویکردها مواجه است. از یک سو، اتحادیه اروپا با اتخاذ سخت‌گیرانه‌ترین استانداردها، نظامی مبتنی بر اصل احتیاط و شفافیت حداکثری را پیاده‌سازی کرده است. از سوی دیگر، کشورهایی مانند آمریکا، کانادا و آرژانتین بر انعطاف‌پذیری، کاهش هزینه‌ها و تمرکز بر ایمنی محصول نهایی تأکید دارند. در میانه این طیف، کشورهایی مانند برزیل، ژاپن، چین و هند قرار دارند که هر کدام براساس شرایط اجتماعی و اقتصادی خاص خود، سیاست‌های متفاوتی را برگزیده‌اند. سیستمهای مؤثر باید میان نوآوری، حقوق مصرفکننده و امنیت غذایی، تعادل ایجاد کنند. لذا، ضمن این‌که آموزش عمومی و شفافیت بیشتر از کلیدهای موفقیت سیاستها به‌شمار می‌رود، نیاز به هماهنگسازی استانداردهای بینالمللی و توسعه فناوریهای نوین ردیابی نیز وجود دارد.

نتایج اصلی این مقاله مروری را می‌توان در چند محور خلاصه کرد:

۱. شفافیت و اعتماد عمومی: وجود نظام‌های سخت‌گیرانه برچسب‌گذاری در اروپا و ژاپن توانسته اعتماد مصرف‌کنندگان را تا حدی جلب کند، هرچند که هزینه‌های تولید را بالا برده است. در مقابل، انعطاف‌پذیری بیشتر در آمریکا و کانادا منجر به کاهش هزینه‌ها شده، اما شفافیت و رضایت مصرف‌کنندگان در سطح پایین‌تری قرار دارد.

۲. تأثیر بر تجارت جهانی: تفاوت استانداردها موجب ایجاد موانع جدی در تجارت بین‌المللی شده است. این موضوع نشان می‌دهد که نیاز به هماهنگی بیشتری در سطح بین‌المللی وجود دارد.

۳. چالش‌های اجرایی: بسیاری از کشورها، به‌ویژه کشورهای در حال توسعه، با مشکلاتی چون هزینه‌های بالای آزمایشگاهی و ضعف زیرساخت‌های ردیابی مواجه هستند. این مسئله باعث می‌شود که حتی در صورت تصویب قوانین، اجرای عملی آن‌ها دشوار باشد.

۴. **فناوری‌های نوین:** فناوری‌هایی مانند بلاکچین و یا CRISPR، می‌توانند آینده برچسب‌گذاری و ردیابی را دگرگون کنند. اما همزمان چالش‌های جدیدی از نظر قانونی، اخلاقی و اجتماعی ایجاد خواهند کرد.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

پیشنهادات برای سیاست‌گذاری

۱. حرکت به سمت هماهنگی استانداردهای بین‌المللی: ایجاد یک چارچوب مشترک جهانی می‌تواند موانع تجاری را کاهش دهد و اعتماد عمومی را افزایش دهد. سازمان‌هایی مانند FAO و WTO می‌توانند نقش محوری در این زمینه ایفا کنند.

۲. توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاهی و نظارتی در کشورهای در حال توسعه: حمایت‌های مالی و فنی بین‌المللی می‌تواند به این کشورها در اجرای بهتر قوانین کمک کند.

۳. **استفاده از فناوری‌های نوین ردیابی مانند بلاکچین برای ثبت زنجیره تأمین:** این فناوری‌ها شفافیت بیشتری ایجاد می‌کنند و امکان دستکاری یا جعل اطلاعات را کاهش می‌دهند.

۴. **افزایش آگاهی عمومی و آموزش مصرف‌کنندگان:** سیاست‌گذاران باید سرمایه‌گذاری بیشتری بر آموزش و اطلاع‌رسانی داشته باشند تا مصرف‌کنندگان بتوانند تصمیم‌های آگاهانه بگیرند.

۵. اتخاذ رویکرد متوازن میان حمایت از نوآوری و حفاظت از سلامت عمومی: سیاست‌ها نباید به گونه‌ای باشد که مانع توسعه فناوری‌های نوین شود، اما همزمان باید دغدغه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی را نیز در نظر بگیرند.

در نهایت، می‌توان گفت که آینده موفقیت فناوری‌های تراریخته وابسته به میزان شفافیت و اعتمادسازی است. برچسب‌گذاری و ردیابی به‌عنوان دو ابزار کلیدی می‌توانند نقش اساسی در ایجاد این اعتماد ایفا کنند. تنها با رویکردی جامع، هماهنگ و مبتنی بر علم می‌توان تعادلی میان منافع اقتصادی، حقوق مصرف‌کنندگان و ملاحظات اجتماعی برقرار کرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله، از جناب آقای دکتر شهاب الدین منتظمی (رئیس محترم دبیرخانه شورای ملی ایمنی زیستی)، که بدون حمایت‌ها و راهنمایی‌های ایشان، انجام این کار به این صورت میسر نبود، بابت نظرات سازنده و دقیقشان در بهبود کیفیت علمی این مقاله، صمیمانه قدردانی می شود.

منابع

Aerni, P. (2004) The regulation of GMOs: A Comparison of the European Union and the United States. ***Journal of International Commerce and Economics***. *4*(3): 47-75. https://doi.org/10.2139/ssrn.559129.

Alemzadeh, A. (2024) A Survey of global adoption of transgenic plants: Past, present, and future. ***Journal of Biosafety.*** *17*(2) :50-72. URL: https://dorl.net/dor/20.1001.1.27170632.1403.17.3.3.3. [In Persian]

Bregman M, Stewart M. (2008) The GM labeling debate: The international policy perspective. ***Global Environmental Politics.*** *8*(2): 15-34. https://doi.org/10.1162/glep.2008.8.2.15.

Brookes G, Barfoot P. (2018) GM crops: Global socioeconomic and environmental impacts 1996–2016. ***GM Crops & Food.*** *9*(2): 60-76. https://doi.org/10.1080/21645698.2018.1452193.

Carter C, Gruère G. (2003) Trade and biotechnology: The global regulatory landscape. International ***Food and Agribusiness Management Review***. *6*(4): 1-25. https://doi.org/10.22004/ag.econ.131482.

Cui K, Shoemaker SP. (2018) Public perception of genetically-modified (GM) food: A nationwide Chinese consumer study. ***npj Science of Food***. *2*(1): 10. https://doi.org/10.1038/s41538-018-0018-4.

Davison J. (2010) GM plants: Science, politics and EC regulations. ***Plant Science***. *178*(2): 94–98. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2009.12.005.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

EFSA. (2021) Guidance on the risk assessment of genetically modified organisms. ***EFSA Journal***. *19*(4): e06430. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2193.

EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). (2017) Scientific opinion on GM maize Bt11 × MIR162 × MIR604 × GA21 for food and feed uses, import and processing under Regulation (EC) No 1829/2003. ***EFSA Journal***. *15*(11): 4297.

European Commission. (2015) Member States restricting or prohibiting GMO cultivation under Directive (EU) 2015/412.

European Commission. (2020) Farm to Fork Strategy. European Commission.

European Commission. (2020) EU regulation on genetically modified food and feed. Brussels: European Union.

FAO. (2022) The state of food and agriculture 2022. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Frewer LJ, Scholderer J, Bredahl L. (2003) Communication about the risks and benefits of genetically modified foods: The mediating role of trust. ***Risk Analysis***. *23*(6): 1117–1133. https://doi.org/10.1111/j.4332.2003.00385.x.

Gaskell G, Stares S, Allansdottir A, Allum N, Castro P, Esmer Y, Wagner W. (2010) Europeans and biotechnology in 2010: Winds of change? Eurobarometer 73.1.

Hashemi SA, Mohammadi M. (2021) Genetically modified maize in Iran: Status, import, and regulatory perspectives. ***Journal of Agricultural Biotechnology***. *19*(3): 45–60.

Health Canada. (2019) Guidelines for the safety assessment of novel foods. Ottawa: Government of Canada.

Henson S, Moffitt R, Mitra P. (2005) The role of international trade in the spread of genetically modified crops**.** ***Food Policy***. *30*(4): 427-439. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2005.06.003.

ISAAA. (2020) Global status of commercialized biotech/GM crops in 2019: Biotech crops drive socio-economic development and sustainable environment in the new frontier. ISAAA Brief No. 55. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications.

ISAAA. (2025) GM approval database: Maize. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications.

James C. (2006) Global status of commercialized biotech/GM crops: 2006. ISAAA Briefs No. 35. ISAAA: Ithaca, NY

Lusk JL, Rozan A. (2008) Consumer acceptance of genetically modified food. ***Biotechnology Journal***. *3*(10): 1287–1294. https://doi.org/10.1002/biot.200800185.

MAFF (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan. (2007) Handbook for Introduction of Food Traceability Systems.

Nicolia A, Manzo A, Veronesi F, Rosellini D. (2014) An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. ***Critical Reviews in Biotechnology***. *34*(1): 77–88. https://doi.org/10.3109/07388551.2013.823595.

Paarlberg R. (2010) GMO foods and crops: Africa's choice. ***New Biotechnology***. *27*(5): 609–613. https://doi.org/10.1016/j.nbt.2010.07.005.

Qaim M. (2020) Role of genetically modified crops for food security and sustainable development. ***Applied Economic Perspectives and Policy***. *42*(3): 371–389. https://doi.org/10.1002/aepp.13044.

Regattieri A, Gamberi R, Manzini R. (2007) Traceability of food products: General framework and experimental evidence. ***Journal of Food Engineering***. *81*(2): 347-356. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.10.032.

Schouten HJ, Krens FA, Jacobsen E. (2006) Molecular breeding of improved crops with novel traits. ***Trends in Plant Science***. *11*(6): 274-282. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.04.003.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

Seshia S. (2019) GMO regulation and food security in India. ***Journal of Agricultural Change***. *19*(2): 145–160.

USDA Foreign Agricultural Service. (2003) Japan's New Food Safety Basic Law. U.S. Department of Agriculture.

USDA Foreign Agricultural Service. (2020) National bioengineered food disclosure standard. United States Department of Agriculture.

USDA Foreign Agricultural Service. (2023) Brazil agricultural biotechnology annual report. U.S. Department of Agriculture.

Whelan AI, Lema MA. (2015) Regulatory framework for gene editing and other new breeding techniques in Argentina. ***GM Crops & Food***. *6*(4): 253–265. https://doi.org/10.1080/21645698.2015.1114698.

WHO. (2021) Food safety and genetically modified organisms (GMOs). Geneva: World Health Organization.

WHO. (2022) Genetically modified foods: Safety issues. World Health Organization.

WTO. (2006) European Communities — Measures affecting the approval and marketing of biotech products. World Trade Organization.

Zhu X, Roberts MT, Wu K. (2016) Genetically modified food labeling in China: In pursuit of a rational path. ***Food and Drug Law Journal***. *71*(1): 30–58.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]

An Overview of Labeling and Traceability Systems for Genetically Modified Products in Different Countries: Challenges, Approaches, and Lessons Learned

Nadia Babaei*, Fatemeh Nikoochoubdar

Secretariat of National Biosafety Council, Depatment of Environment, Tehran, Iran
nbabaei140404@gmail.com

Abstract

Genetically modified organisms (GMOs) have become one of the most controversial topics in agriculture, public health, and global trade over the past three decades. First introduced in the 1990s to enhance agricultural productivity and improve resistance to pests and environmental stressors, these products have since raised concerns regarding their potential environmental impacts, food safety implications, and ethical dimensions. To address these concerns, labeling and traceability systems have been widely adopted as key biosafety tools. Countries differ significantly in their regulatory approaches to GMO labeling and governance. For instance, the European Union follows a precautionary and stringent regulatory framework based on strict labeling requirements, whereas countries such as the United States and Brazil—among the world's largest producers and consumers of GM crops—adopt more flexible and innovation-oriented approaches. In contrast, countries such as Canada and Argentina implement product-based assessment systems and comparatively less interventionist policies. These regulatory divergences may influence consumer trust and international trade dynamics. Evidence suggests that transparency in labeling, along with effective traceability systems, can enhance consumer choice and trust, and facilitate the rapid identification and management of products in cases of food safety concerns or market disruptions. This article provides a comparative analysis of labeling and traceability systems across different regions of the world and argues that greater regulatory harmonization and enhanced transparency may strengthen public trust and facilitate global trade in genetically modified products.

Keywords: Food Security, Biosafety, International Trade, Consumer Rights, Policy-making

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1404.18.1.6.1]