

چالش‌های کاربرد زیست‌فناوری‌های تولیدمثلی در دام^۱

محمد جواد ضمیری^{۲،۳}

چکیده

برخی از فناوری‌ها و زیست‌فناوری‌های تولیدمثلی نقش مهمی در بهره‌وری دام به ویژه در کشورهای پیشرفته داشته‌اند. زیست‌فناوری‌های تولیدمثلی، به عنوان جایگزین روش‌های رایج، امکان دستکاری فرآیندهای تولیدمثلی را فراهم کرده‌اند، اما به‌کارگیری آن‌ها در مزرعه‌های پرورش دام با مزیت‌ها و محدودیت‌هایی همراه است. ارزش کاربردی این روش‌ها زیر تأثیر سازه‌های فراوانی است که اغلب در هر تک‌گله بهینه نیستند. تلقیح مصنوعی را می‌توان مهم‌ترین زیست‌فناوری دانست که همراه با فناوری‌های یخ‌زدن یاخته‌های جنسی (به ویژه اسپرم) می‌تواند موجب پیشرفت‌های زیادی در ژنتیک تولید و نیز پخش ژنوتیپ‌های برتر شود. همزمان‌سازی فحلی و جداسازی اسپرم‌های X و Y می‌تواند به افزایش کارایی تلقیح مصنوعی کمک کنند. فناوری انتقال رویان می‌تواند موجب پیشرفت ژنتیکی در ماده‌ها شود، اما اثرگذاری آن به اندازه اثرگذاری تلقیح مصنوعی نیست. هزینه‌های فناوری انتقال رویان نیز به مراتب بیشتر از هزینه‌های تلقیح مصنوعی است. تلقیح مصنوعی تا اندازه‌ای در کشورهای در حال توسعه در گاو و برای دوره‌گیری دام‌های بومی با اسپرم خارجی، به کار برده می‌شود. در واقع به دلیل نبود روش‌های قابل اعتماد برای شماره‌گذاری، نداشتن سامانه داده‌برداری دقیق و نبود برنامه‌های ارزیابی دام‌های بومی، در عمل نمی‌توان فناوری‌های پیشرفته‌تر را در دام‌های بومی به کار برد. همچنین نشانگرهای مولکولی به‌طور عمده برای بررسی‌های شناسایی ژنتیکی و با همکاری‌های بین‌المللی، اجرا می‌شوند. این مقاله به چالش‌های کاربرد فناوری‌های تولیدمثلی در مزرعه‌های پرورش دام در کشورهای کمتر توسعه یافته می‌پردازد و تا آن‌جا که یافته‌های قابل اعتماد در دسترس باشند، درباره وضعیت این فناوری‌ها در ایران بحث می‌کند.

واژه‌های کلیدی: به‌نژادی، تولیدمثل، کشورهای در حال توسعه.

مقدمه

دام‌ها و پرندگان اهلی نقشی مستقیمی در گذران زندگی میلیون‌ها نفر انسان در جهان دارند. پرورش دام یکی از زیربخش‌های مهم کشاورزی است که بیشترین رشد را دارد و پیش‌بینی می‌شود که در آینده‌ای نه چندان دور، ارزش افزوده آن از زیربخش گیاهان زراعی پیشی گیرد. تامین فرآورده‌های دامی و همزمانی محافظت از منابع طبیعی و محیط زیست از چالش‌های اساسی پرورش دام در آینده است (۱۵). در نیم قرن گذشته پیشرفت‌هایی در توسعه زیست

تاریخ پذیرش: ۹۹/۴/۹

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۱۱

۲- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mjzamiri@gmail.com

۳- استاد دانشگاه شیراز (عضو مدعو فرهنگستان علوم ج.ا. ایران).

فناوری‌های دام رخ داده‌است که پیش از آن قابل پیش‌بینی نبود. گفته شده است این فناوری‌ها می‌توانند به بخش دامپروری کشورهای در حال توسعه کمک کنند (۲، ۷). برخی از این فناوری‌ها پیشینه‌ای طولانی دارند، اثرگذاری برخی از آن‌ها به طور کامل متغیر بوده است و برخی همچنان در گام‌های مختلف توسعه و تجاری شدن هستند (۳۴، ۳۷).

کاربرد گسترده زیست‌فناوری در دامپروری موجب پیشرفت شایانی در بهنژادی شده است (۳۹) و به نظر می‌رسد که در آینده نیز این تأثیر ادامه خواهد یافت (۱۹، ۲۲). زیست‌فناوری‌ها می‌توانند به سه شیوه اساسی بر بهنژادی اثر گذارند. برخی زیست‌فناوری‌ها مانند تلقیح مصنوعی، انتقال رویان و زیست‌فناوری‌های وابسته به آن‌ها بر بازدهی تولیدمثل و برنامه‌های به‌گزینی اثر می‌گذارند (۳۲، ۳۹). دسته‌ای دیگر از زیست‌فناوری‌ها مانند نشانگرهای ژنتیکی، ژن‌های نامزد و زیست‌فناوری‌های وابسته به آن‌ها می‌توانند موجب افزایش دقت در برآورد ارزش ژنتیکی دام شوند (۲۱، ۲۹). گروه دیگری از زیست‌فناوری‌ها مانند مهندسی ژنتیک، انتقال ژن و زیست‌فناوری‌های وابسته به آن‌ها، زمینه ایجاد دگرگونی‌های دلخواه را در DNA فراهم می‌کنند (۳۶).

با گذشت زمان، زیست‌فناوری‌ها پیچیده‌تر شده‌اند، کاربرد آن‌ها به پرسنل کار آموخته وابسته شده است و همزمان، به زیرساخت‌ها و ابزارهای بسیار گران نیز نیاز دارند. برای نمونه، نشانگرهای مولکولی که امید می‌رود در آینده نقشی مهم در بهنژادی دام و پرندگان داشته باشند، هم‌اکنون بیشتر به بررسی‌های شناسایی ژنتیکی محدود می‌شوند. با گذشت زمان و ایجاد فرصت، خطرهای متأثر از کاربرد فناوری‌ها نیز افزایش یافته است (۲۲) و از این‌رو، پیدا کردن رهیافت‌های مناسب برای ارزیابی هزینه-فایده آن‌ها به طور کامل احساس می‌شود. کاربرد این فناوری‌ها به درجه زیادی از آمادگی و امکانات نیاز دارد تا بتوان از قابلیت کامل آن‌ها بهره‌برداری کرد (۳۰). در این راستا، در ارتباط با کاربرد زیست‌فناوری‌های دامی در کشورهای در حال توسعه باید به چندین پرسش پاسخ داده شود (۱۷):

- ۱- این زیست‌فناوری‌ها در چه مقیاسی در این کشورها به کار گرفته می‌شوند؟
- ۲- دلیل موفق بودن یا ناموفق بودن کاربرد آن‌ها چیست؟
- ۳- با کاربرد این زیست‌فناوری‌ها می‌توان چه دشواری‌هایی را برداشت؟
- ۴- این کشورها یا جامعه جهانی چه گزینه‌هایی دارند که می‌توانند به تصمیم‌گیری آگاهانه برای کاربرد این فناوری‌ها برای امنیت غذایی کمک کنند؟
- ۵- آیا نسبت هزینه به فایده کاربرد این زیست‌فناوری‌ها اقتصادی است یا نه؟

تلقیح مصنوعی^۱

بر پایه آخرین آمار رسمی وزارت جهاد کشاورزی (۳)، در سال ۱۳۸۷ شمار ۱۸۸۳۰ واحد صنعتی گاوداری با ظرفیت ۲۰۴۸۵۶۳ راس گاو شیرده در کشور در حال فعالیت‌اند. تولید شیر از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ روندی افزایشی داشته، اما سرانه مصرف شیر همچنان از استاندارد جهانی کمتر بوده است (۹۵ کیلوگرم در سال در ایران در برابر ۱۶۹ کیلوگرم در سال در جهان و ۳۵۰ کیلوگرم در سال در اروپا). به نظر می‌رسد بهترین رهیافت برای افزایش مصرف سرانه کشور، افزایش تولید شیر گاو باشد و سریع‌ترین و باصرفه‌ترین راه رسیدن به این هدف می‌تواند استفاده از زیست‌فناوری‌ها و به ویژه فناوری تلقیح مصنوعی باشد.

1. Artificial insemination

تلقیح مصنوعی را می‌توان مهم‌ترین فناوری تولیدمثلی دانست که همراه با فناوری‌های یخ‌زدن یاخته‌های جنسی (به ویژه اسپرم) می‌تواند موجب پیشرفت زیادی در ژنتیک تولید و پخش ژنوتیپ‌های برتر در جهان شود (۱۱). زیست‌فناوری‌های تکمیلی دیگر مانند همزمانی فعلی و جداسازی اسپرم‌های دارای کروموزوم X و Y می‌توانند به افزایش کارایی تلقیح مصنوعی کمک کنند. فناوری انتقال رویان می‌تواند موجب پیشرفت ژنتیکی در ماده‌ها شود، اما اثرگذاری آن به اندازه اثرگذاری تلقیح مصنوعی نیست. از سویی، هزینه‌های فناوری انتقال رویان نیز به مراتب بیشتر از هزینه‌های تلقیح مصنوعی است (۷، ۳۱).

در کشورهای در حال توسعه، فناوری تلقیح مصنوعی بیشتر برای دورگه‌گیری دام‌های بومی، به‌ویژه گاو، با اسپرم خارجی به کار برده می‌شود تا بارور کردن ماده دام‌های بومی با اسپرم دام‌های بومی (جدول ۱). در بیشتر کشورهای آفریقایی، آسیایی، آمریکای لاتین و حوزه کارائیب تلقیح مصنوعی بیشتر در گاوداری‌های پیرامون شهرها و پس از آن تا اندازه‌ای در گوسفند و خوک و سپس در اسب و بز اجرا می‌شود. بیشترین تعداد تلقیح مصنوعی توسط سازمان‌های دولتی انجام می‌شود، اما در برخی از کشورها، بخش خصوصی و سازمان‌های غیردولتی نیز سهم قابل توجهی دارند (۱۶). در ایران چندین ایستگاه تلقیح مصنوعی برای تولید اسپرم یخ‌زده گاوهای شیرده پرتولید ایجاد شده است که گوساله‌های نر را از برخی گاوداری‌های زیر پوشش رکوردبرداری دریافت می‌کنند و اسپرم یخ‌زده را با نام اسپرم ایرانی می‌فروشند. در شماری از گاوداری‌ها، اسپرم گاوهای فرامرزی و در مواردی اسپرم تعیین جنسیت شده به کار برده می‌شود که تلقیح آن، احتمال تولد گوساله ماده را افزایش می‌دهد.

جدول ۱ - شمار سازمان‌های دولتی و خصوصی ارائه دهنده تلقیح مصنوعی (۱۶).

	آسیا	آفریقا	آمریکای جنوبی و کارائیب
دولتی	۱۷	۲۶	۱۱
خصوصی	۶	۱۲	۹
سازمان‌های بهنجادی	۵	۲	۵
سازمان‌های مردمی (NGOs)	۴	۸	گزارش نشده
دانشگاه‌ها	۱	۲	گزارش نشده

کمبود روش‌های قابل اعتماد برای شماره‌گذاری برای شناسایی دام‌ها و نیز نبود سامانه پایش داه‌برداری دقیق و برنامه‌های ارزیابی دام‌های بومی موجب می‌شوند در عمل نتوان فناوری‌های پیشرفته‌تر مانند انتقال رویان یا نشانگرهای مولکولی را به کاربرد (۲۵). کاهش گوناگونی (تنوع) ژنتیکی در پی استفاده زیاد از اسپرم گاوهای خارجی از نگرانی‌های کشورهای در حال توسعه می‌باشد. بیشتر این کشورها برنامه‌های بهنجادی روشنی ندارند و محدودیت‌های گوناگونی مانند هزینه زیاد نیتروژن مایع، ناکارآمدی تشخیص فعلی، شیوه یخ‌گشایی اسپرم و بازدهی پایین تلقیح‌گران کاربرد تلقیح مصنوعی با اسپرم یخ‌زده را محدود کرده است (۴۱).

کارایی تشخیص فعلی (درصد حیوان‌های ماده که فعل هستند از کل ماده‌هایی که به عنوان فعل شناسایی شده‌اند) یکی از مهم‌ترین سازه‌های تأثیرگذار بر عملکرد کلی تولیدمثلی دام‌هاست، اما در بیشتر گله‌های گاو در آمریکا و بسیاری از کشورهای دیگر کمتر از ۵۰٪ است (۳۵). بسیاری از روش‌های تشخیص فعلی کاستی‌هایی دارند و کاربرد

روش‌هایی مانند خمیر دم، تلقیح مصنوعی در زمان معین، یا تمرکز روی فحل‌یابی (مشاهده گاوها) می‌تواند کارایی تشخیص فحلی را به طور کاملی افزایش دهد. هزینه‌های خطاهای تشخیص فحلی (درصد ماده‌هایی که تلقیح می‌شوند، اما فحل نیستند) بسیار زیاد است. برای نمونه، در امریکا بین ۵ تا ۳۰٪ گاوهایی که تلقیح می‌شوند فحل نیستند در حالی که این رقم باید کمتر از ۲٪ باشد. وجود این خطاها را می‌توان با اندازه‌گیری پروژسترون شیر شناسایی کرد. در بیشتر گله‌ها، مهارت تلقیح‌گر را نادیده می‌گیرند، زیرا پنداشته می‌شود که هر فردی می‌تواند با کارایی زیاد تلقیح کند.

در آمریکا، ۳۹٪ از تلقیح‌های درون رحمی در گاوها، درست بودند به گونه‌ای که ۲۵٪ تلقیح‌ها در سرویکس و ۳۶٪ تلقیح‌ها تنها در یک شاخ رحم انجام شده بود. گفتنی است که مقدار خطاهای تلقیح‌گران حرفه‌ای تفاوتی با مقدار خطاهای کسانی نداشت که در گاوداری‌های خود، تلقیح گاوها را نیز بر عهده داشتند (۳۵). از آن‌جا که درصد آبستنی می‌تواند تفاوت شایانی بین تلقیح‌گران داشته باشد، نظارت مستمر و بازآموزی تلقیح‌گران می‌تواند به بهبود کارایی این روش کمک کند. توصیه‌های علمی برای یخ‌گشایی پایت‌های اسپرم یخ‌زده به طور کامل قابل اعتماد هستند (۸).

پیش شرط‌های لازم برای موفقیت بیشتر زیست‌فناوری‌ها، امکان کاربرد آن‌ها را در بیشتر کشورهای در حال توسعه با چالش رو به رو می‌کند. جدول ۲، شرایط و امکانات موجود در کشورهای در حال توسعه را برای به‌کارگیری برخی از زیست‌فناوری‌های دامی نشان می‌دهد (۱۷). از دیدگاه کاربردی، هرچند برخی از زیست‌فناوری‌ها می‌توانند به بهبود ژنتیکی در کشورهای در حال توسعه کمک کنند، اما درجه موفقیت برنامه‌های بهنژادی در این کشورها تنها با پیشرفت ژنتیکی تعیین نمی‌شود، بلکه به سازه‌هایی مانند سازگاری با هدف‌های بهنژادی و درجه مشارکت دامدار وابسته است (۲۳). بنابراین، برنامه‌های بهنژادی باید با هدف‌های تولیدکننده هماهنگ و با وضعیت بازار سازگار باشند به گونه‌ای که تولیدکننده علاقه‌مند به سرمایه‌گذاری باشد. فناوری باید ساده، ارزان و از همه مهم‌تر خطرپذیری کمی داشته باشد. ضروری است با دیدگاهی همه‌سو نگر به تولید، برنامه بهنژادی برگزیده شود، دامدار در همه گام‌های برنامه‌ریزی و اجرا دخالت داشته باشد و به رفتارها و ارزش‌های رایج منطقه توجه ویژه شود (۳۰).

مهم‌ترین سازه موثر بر زیان‌های اقتصادی در بخش دامپروری، ناکارآمد بودن تولیدمثل است. فناوری‌های نوین تولیدمثلی می‌توانند به بهبود این وضعیت کمک کنند، اما هنوز نیازمند پیشرفت‌های بیشتر در این فناوری‌ها هستیم تا برای کاربرد در دامداری‌ها اقتصادی شوند. مهم‌ترین چالش‌های پیش رو، کاربرد درست این فناوری‌ها با توجه به وضعیت جغرافیایی، اقلیمی، محیطی، اقتصادی و اجتماعی بهره‌برداران است تا بیشترین بهره‌برداری اقتصادی را ممکن سازد (۳۷).

جدول ۲- وضعیت کنونی زیست‌فناوری‌های دامی و سازه‌های موثر بر کاربرد آن‌ها در کشورهای در حال توسعه (۱۷).

زیست‌فناوری	میزان استفاده	میزان پذیرش فناوری	توان فنی موجود برای استفاده	توان فنی موجود برای توسعه و یا بومی‌سازی	زیرساخت‌های موجود	هزینه نسبی	مهارت‌های مورد نیاز برای کاربرد	قابلیت تأثیرگذاری در یک دوره ۱۰ ساله
تلقیح مصنوعی	متوسط	زیاد	متوسط	کم	متوسط	متوسط	متوسط	زیاد
اندازه‌گیری پروژسترون	کم	زیاد	کم	کم	کم	متوسط	متوسط	متوسط
همزمانی فحلی	کم	زیاد	کم	کم	کم	متوسط	متوسط	متوسط
لقاح برون‌تنی و انتقال رویان	کم	زیاد	کم	کم	کم	زیاد	زیاد	متوسط
نشانگرهای مولکولی	کم	زیاد	کم	کم	کم	متوسط	زیاد	کم
یخ زدن یاخته	کم	زیاد	متوسط	کم	کم	متوسط	زیاد	زیاد
تعیین جنسیت اسپرم و رویان	کم	زیاد	کم	کم	کم	زیاد	متوسط	زیاد
هماندسازی	کم	کم	کم	کم	کم	زیاد	زیاد	کم
تراژن سازی	هیچ	کم	کم	کم	کم	زیاد	زیاد	کم

همزمان‌سازی فحلی^۱

این روش در کشورهای در حال توسعه و بیشتر در گاوداری‌های متراکم با نظارت اداره‌های دامپروری دولتی و در مواردی در گاوداری‌های کوچک عضو تعاونی‌ها یا اتحادیه‌های دامپروری رواج دارد. از آن‌جا که سودمندی این روش به نوع سیستم تولیدی وابسته است، باید هزینه-فایده آن پیشاپیش محاسبه شود (۱۳). روش‌های کاربردی گوناگونی برای همزمان‌سازی فحلی در نشخوارکنندگان در جهان در دسترس است (۷) که در ایران نیز مشاوران تولید مثل در برخی گاوداری‌های صنعتی آن‌ها را به کار می‌برند. آگاهی‌های دقیق درباره میزان موفقیت این روش‌ها، هزینه-فایده و نیز ویژگی‌های گاوداری‌هایی که کاربرد این روش‌ها در آن‌ها به احتمال اقتصادی بوده، گسترش نیافته است. به تازگی نیز در پی واردات گوسفند و بزهای فرامری برای دورگه‌گیری با گوسفند و بزهای بومی، روش‌های همزمان‌سازی فحلی و تلقیح مصنوعی اسپرم در این گونه‌ها نیز به کار گرفته شده است. درباره مقدار کارآیی و هزینه-فایده این برنامه‌ها نیز مطلب قابل اعتمادی انتشار نیافته است. همزمان‌سازی فحلی نیازمند ابزار و هورمون‌های ویژه‌ای است که به کشور وارد می‌شوند، اما به علت وابستگی به ارزهای خارجی برای خرید این مواد، ناپایداری اقتصادی و دیگر دشواری‌هایی که دامدارها با آن‌ها رو به رو هستند، محاسبه هزینه-فایده این روش‌ها برای ارائه توصیه‌های دراز مدت، شدنی و کاربردی نخواهد بود.

انتقال رویان^۲

بر پایه داده‌های سازمان خواربار و کشاورزی سازمان ملل متحد، شمار اندکی از کشورهای در حال توسعه این فناوری را در سطحی بسیار محدود و بیشتر در پژوهشکده‌ها به کار می‌برند. این فناوری در گاو، گاو میش، اسب و بز به کار گرفته شده است. رویان گاوهای نژادهای خارجی سهم عمده‌ای در این برنامه‌ها داشته‌اند. در برخی کشورها، مانند برزیل و

1. Estrous synchronization

2. Embryo transfer

شیلی، سازمان‌های خصوصی این خدمات را ارائه می‌دهند. در سال ۲۰۰۷ میلادی، در جمع ۸۲۰۰۰۰ انتقال رویان در دنیا اجرا شد که ۷۰٪ رویان‌ها با روش درون‌تنی و ۳۰٪ با روش برون‌تنی تولید شده بودند. نزدیک به ۶۰۰ هزار رویان در آمریکای شمالی و جنوبی، ۱۳۰ هزار رویان در آسیا و ۱۰۰ هزار رویان در اروپا انتقال داده شده است. در میان کشورهای در حال توسعه، جمهوری خلق چین و آرژانتین در سطح شایان توجهی برنامه انتقال رویان را اجرا می‌کنند. گزارش شده که در مکزیک، با توجه به هزینه‌های لازم برای آماده‌سازی گاوهای رویان‌دهنده و رویان‌گیرنده، رویان‌گیری و نتایج آبدستی، این روش برای گاودارها (بدون کمک دولت) اقتصادی نیست. تنها زمانی که یارانه‌های شایان توجه ارائه شده بود، گاودارها به پذیرش این فناوری روی آوردند و با قطع یارانه‌ها، برنامه متوقف شد (۱۷). به نظر نمی‌رسد کارایی انتقال رویان در ایران نیز پذیرفتنی باشد همچنان که بنا بر گزارش دواساز تبریزی و همکاران (۴) کارایی برنامه‌های انتقال رویان در گاوداری‌های تبریز بین سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۶ رضایت‌بخش نبود، هرچند در سال‌های پایانی پیشرفت‌هایی نسبت به سال‌های آغازین به دست آمده بود. درباره امکانات و شرط‌های لازم برای اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های افزایش تخمک‌ریزی و انتقال رویان هشدار داده شده است (۶، ۷). به نظر می‌رسد این برنامه نیز بدون توجه به این پیش‌نیازها آغاز شده بود، زیرا مجریان برنامه در یک بازه زمانی ده ساله به کارایی مناسب نرسیده بودند.

کاربرد اسپرم و رویان تعیین جنسیت شده^۱

این فناوری‌ها برای افزایش پیشرفت ژنتیکی چندان کارایی ندارند، اما می‌توانند موجب افزایش تولید شوند (۶، ۳۰). در برخی از کشورهای در حال توسعه و آن هم در موسسه‌های پژوهشی، برای توسعه و به کارگیری این روش‌ها تلاش‌هایی می‌شود. این فناوری در سطحی بسیار محدود در گاوداری‌های چند کشور در حال توسعه دنبال می‌شود. نزدیک به ۳۰٪ کشورهای بررسی شده از سوی سازمان خواربار و کشاورزی سازمان ملل متحد، از رویان یخ‌زده یا اسپرم یخ‌زده استفاده می‌کنند، هرچند مقدار استفاده از آن در کشورهای مختلف بسیار متفاوت است. در برخی از کشورها، هیچ نوع رویان یخ‌زده یا اسپرم یخ‌زده به کار نمی‌رود. برخی از کشورها مانند ژاپن و هند دارای بانک ژن بسیار توسعه یافته هستند. در برخی از کشورها دولت و در برخی دیگر از دولت با همکاری بخش خصوصی این خدمات‌ها را ارائه می‌دهد. از دشواری‌های این روش‌ها، اندک بودن مقدار جداسازی اسپرم، آسیب‌های فیزیکی و فیزیولوژیک وارد شده به اسپرم و رویان و کاهش درصد آبدستی است (۱۳). حفاظت از ماده‌های ژنتیکی بومی در کشورهای در حال توسعه اولویت بالایی دارد و برخی از کشورها به پتانسیل تلقیح مصنوعی و انتقال رویان برای حفظ این دام‌ها اشاره کرده‌اند. گفته می‌شود با توجه به تغییر اقلیم و نیاز کشورهای پیشرفته به مواد ژنتیکی گوناگون، همکاری این کشورها همراه با افزایش کمک‌های مالی و فنی از سوی کشورهای پیشرفته، افزایش خواهد یافت (۱۴).

استفاده از رویان یخ‌زده گاو در ایران در سال‌های نخست دهه ۱۳۶۰ آغاز شد، رویان یخ‌زده، رویان تعیین جنسیت شده و یخ‌زده و اسپرم تعیین جنسیت شده به کشور وارد و به گاوداری‌ها فروخته شد، برخی از گاوداری‌های بزرگ نیز از این برنامه استقبال کردند. مسئولان مرتبط با برنامه واردات مواد ژنتیکی یخ‌زده اغلب در باره موفقیت این برنامه سخن گفته‌اند، اما داده‌های موثق بی‌طرف در باره این ادعاها منتشر نشده یا دستکم نویسنده این نوشتار به آن‌ها دسترسی نداشته است. با وجود پیشرفت‌های چشمگیر، فناوری‌های کنونی موجب بروز آسیب‌های ساختاری و مولکولی در اسپرم و

1. Sexed semen and sexed embryo

رویان می‌شوند که کاهش در صد باروری را در پی دارد. یافته‌های علمی فراوان نشان می‌دهند که درصد آبستنی با رویان تعیین جنسیت شده و یخ‌زده کمتر است تا با رویان معمولی یخ‌زده یا رویان تعیین جنسیت شده و یخ‌زده. داده‌هایی همانند نیز برای اسپرم انتشار یافته است (۱۳). بررسی میدانی انجام شده روی تلیسه‌های هولشتن^۱ با اسپرم تعیین جنسیت شده تلقیح مصنوعی در ایران، شده بودند نشان داد درصد آبستنی به شیوه‌ای معنی‌دار تا در تلیسه‌هایی که با اسپرم معمولی بارور شده بودند، کمتر بود (۲۸).

هماندسازی^۲ و تراژن‌سازی^۳

تا سال ۲۰۰۴ میلادی، روی هم‌رفته ۱۵۰۰ گوساله با روش همانندسازی (کلونینگ) تولید شد که بیشتر در اروپا، آمریکای شمالی، ژاپن، نیوزیلند، آفریقای جنوبی و آسیا بودند. هم‌اکنون، این روش در بسیاری از کشورها جنبه پژوهشی دارد. کارایی فنی این روش بسیار اندک (کمتر از ۱۰٪)، بیان‌شدن نزدیک به ۴٪ ژن‌های ناهنجار (تغییر در بیان شدن نرمال یا فعال شدن نرمال ژن) می‌باشد و بسیاری از آن‌ها دچار ناهنجاری‌های ساختاری، فیزیولوژیک، و ایمنی هستند که موجب مرگ زودرس می‌شود (۶، ۱۲). موسسه رویان در ایران نیز برای همانندسازی گوسفند، بز و گاو و نیز تولید تراژن گام‌هایی برداشته (۱)، اما تا کنون گزارشی در باره سرنوشت این دام‌ها یا تجاری شدن آن‌ها انتشار نیافته است. نزدیک به ۱۸٪ کشورهای اروپایی فناوری همانندسازی را ایجاد کرده‌اند. تا این زمان، هیچ دام تراژن در تولید تجاری مواد غذایی نقش نداشته است. شماری اندک دام تراژن برای تولید مواد دارویی در شیر آن‌ها تولید شده‌اند و برخی نیز مجوز مصرف دریافت کرده‌اند. گروهی دیگری از دام‌های تراژنی برای مواد زیستی دیگر نیز ایجاد شده‌اند، اما هنوز به سطح تجاری نرسیده‌اند (۱۰).

به‌کارگیری فناوری‌های همانندسازی، تراژن‌سازی و ژن‌ویرایشی^۴ در دام‌ها نیازمند به‌کارگیری برخی فناوری‌های تولیدمثلی مانند تلقیح مصنوعی، انتقال رویان و روش‌های پرورش برون‌تنی رویان است (۲، ۶، ۲۶). انتقادهای وارد شده به فناوری‌های تراژن‌سازی و همانندسازی در دام‌ها شامل ایمنی خوراکی‌های تولیدی، مقاومت اجتماعی در برابر مصرف این فراورده‌ها و اثرهای منفی فناوری‌ها بر آسایش دام‌ها و بوم‌نظام است (۵، ۱۰). دستکاری‌های ژنی و همانندسازی می‌توانند خطر بروز بیماری‌های عفونی و ناهنجاری‌های تولیدمثلی و تشریحی را افزایش دهند. رویان گاو تولید شده با روش‌های برون‌تنی، به گوساله‌ای درشت جثه تبدیل می‌شود که گاو ماده را به هنگام زایمان دچار سخت‌زایی می‌کند. بسیاری از دام‌ها دچار ناهنجاری‌های ساختاری، فیزیولوژیک و رفتاری می‌شوند و نیازمند مدیریت و مراقبت بیشتری هستند (۵، ۱۰، ۲۷). یکی دیگر از ایرادهای وارد شده به این فناوری‌ها نبود قانون و نظارت کافی درباره ارزیابی و مدیریت خطرهای احتمالی این فناوری‌ها است (۱۰، ۱۴). سازمان خوراک و داروی آمریکا به تازگی مصرف فراورده‌های گاو، خوک و بز همانندسازی شده را مجاز دانسته، اما وزارت کشاورزی آمریکا مصرف این فراورده‌ها را تایید نکرده است (۱۰). ممکن است فراورده‌های دام‌های تراژن اثر بد نداشته یا برای تولیدکننده اقتصادی باشند، اما دل‌نگرانی‌های دیگری وجود دارد که مانع بازاریابی یا پذیرش از سوی مصرف‌کننده‌ها خواهد شد (۲۰). نظرخواهی‌های در برخی کشورها نشانگر مقاومت بخش شایان توجهی از شهروندان در برابر مصرف فراورده‌های دامی تراژنی و همانندسازی شده است. گفتنی است که این دل‌نگرانی به

1. Holstein heifers 2. Cloning or somatic cell nuclear transfer 3. Transgenesis 4. Gene-edited technology

ویژه برای فراورده‌های دامی در مقایسه با فراورده‌های گیاهی چشمگیرتر است، که علت آن می‌تواند رابطه ویژه‌ای باشد که انسان با دام برقرار می‌کند (۱۴، ۱۸، ۳۳، ۳۸، ۴۰). در کشورهای پیشرفته، فعالان صنعت خوراک توجهی ویژه به حساسیت مصرف‌کننده‌ها به چنین فراورده‌هایی دارند. بیشتر شرکت‌ها هنوز این آمادگی را ندارند تا گوشت و شیر این دام‌ها را عرضه کنند، زیرا بر این باورند که مصرف‌کننده‌ها ممکن است این مواد را ناپایمن بدانند. از سویی، این شرکت‌ها تمایل ندارند جامعه درباره این فناوری‌ها به آن‌ها برچسب غیراخلاقی بودن را بزند (۱۰).

در سال ۲۰۱۶ میلادی، کارلسون^۱ و همکاران (۱۲) تولید دو گوساله نر بدون شاخ را با فناوری ژن‌ویرایشی گزارش کردند. اگرچه آن‌ها ادعا کردند که هیچ تغییر غیرمنتظره‌ای در این گوساله‌ها دیده نمی‌شود، اما بررسی‌های سازمان خوراک و داروی آمریکا (۲۴) نشان داد گوساله‌ها ناقل پلاسمید باکتریایی هستند و به تقریب در همه یاخته‌های بدن آن‌ها دو ژن مقاوم به آنتی‌بیوتیک وجود دارد که به طور طبیعی در گاو وجود ندارد. این سازمان دشواری‌هایی مانند این را در موش و انسان گزارش کرده است. از تلقیح مصنوعی اسپرم این گاوها به ماده گاو، گوساله‌هایی به دنیا آمدند که شاخ داشتند (۴۲). پژوهشگران چینی با هدف کاهش چربی لاشه در خرگوش و خوک، ژنی را حذف کردند که موجب محدودیت رشد ماهیچه می‌شود. بررسی‌های کالبدشناسی نشان دادند که خرگوش‌های تولید شده دارای زبان‌های خیلی دراز بودند و خوک‌ها یک مهره استخوانی اضافی داشتند (۲۷).

استفاده از شماری اندک از دام تراژنی ویژه یا همانندسازی شده می‌تواند موجب یکنواختی ژنتیکی بیش از اندازه در گله شود. با کاهش گوناگونی (تنوع) ژنتیکی، دام‌ها در برابر بیماری‌ها حساس‌تر می‌شوند و تولید آن‌ها به مقدار زیاد کاهش می‌یابد، همچنین موجب افزایش مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها و داروهای دیگر می‌شود. این نگرانی نیز وجود دارد که وجود شماری اندک از دام‌های برتر حق امتیاز را به تولیدکنندگان این دام‌ها می‌دهد و در پایان موجب زیان بسیاری از دامدارها خواهد شد (۱۰).

پژوهش‌ها درباره زیست‌فناوری‌های ژنتیکی روی دام‌ها و پرندگان ایرانی از جمله گاو، گوسفند، بز و پرندگان فراوان است. پیشینه پژوهش در زمینه فناوری‌های تولید مثلی در دانشگاه‌ها و مراکزهای پژوهشی ایران، به ویژه در گاو، به دهه ۱۳۶۰ بر می‌گردد. ضمیری و همکاران (۹) در مقاله‌ای مروری به این پژوهش‌ها در گاو و چشم‌انداز یافته‌ها پرداخته‌اند. در بین این فناوری‌ها، همزمان‌سازی فعلی، لقاح برون تنی اووسیت^۲ و کشت رویان و فراوری منی^۳ بیشتر در کانون توجه پژوهشگران ایرانی بوده است. پژوهشگران ایرانی از ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۶ شمار ۱۸۲ مقاله (۱۴۶ مقاله به زبان فارسی و ۳۶ مقاله به زبان انگلیسی) مرتبط با فناوری‌های تولیدمثلی در مجله‌های علمی داخلی (به فارسی و انگلیسی) انتشار دادند. این اطلاعات را نویسنده مقاله در پی جست‌وجوی اینترنتی با استفاده از موتور جستجوگر گوگل به دست آورده است. این مقاله‌ها در ۱۵ مجله به زبان فارسی (شامل ۸ مجله در علوم کشاورزی و ۷ مجله در علوم دامپزشکی) و ۵ مجله به زبان انگلیسی (شامل ۴ مجله در علوم کشاورزی و ۱ مجله در علوم دامپزشکی) انتشار یافته‌اند. مقاله‌ها را در ۵ زیرگروه شامل نگهداری اسپرم و فراوری منی (۵۲/۲٪)، کنترل چرخه فعلی (۳۵/۲٪)، تکامل اووسیت، لقاح برون تنی و کشت رویان (۹/۴٪)، فناوری تراژن سازی (۱/۶٪) و تکثیر اسپرماتوگونی (۱/۶٪) می‌توان دسته‌بندی کرد. نکته شایان توجه درصد بسیار زیاد مقاله (به تقریب ۸۸٪) در دو زیرگروه نخست است که دست کم برای کاربرد آن‌ها در دام‌ها، روش‌هایی به نسبت استاندارد در دسترس است. به نظر می‌رسد در راه بهره‌برداری از این یافته‌ها در مزرعه‌های پرورش دام و پرندگان در ایران

1. Carlson *et al.*2. *In vitro* fertilization of the oocyte

3. Semen processing

نیز همه چالش‌های اشاره شده در بالا حاکم باشد. از این رو، توجه به این چالش‌ها و تنگناها در راستای هدفمند شدن پژوهش‌های زیست‌فناوری اولویت زیادی دارد.

نتیجه‌گیری

زیست‌فناوری‌های تولیدمثلی، به‌عنوان جایگزین روش‌های رایج در تولید مثل، با هدف بهبود کارایی دامپروری به وجود آمده‌اند و امکان دستکاری فرآیندهای تولیدمثلی را به شیوه‌های درون‌تنی و برون‌تنی فراهم آورده‌اند، اما به کارگیری این روش‌ها در واحدهای پرورش دام با مزیت‌ها و محدودیت‌هایی همراه است. ارزش کاربردی این روش‌ها زیرتاثیر سازه‌های فراوانی است که ممکن است در هر تک‌گله همه این سازه‌ها بهینه نباشند. مدیریت، سطح دانش و آگاهی کارکنان، وضعیت اقتصادی و اجتماعی دامدار و موقعیت جغرافیایی گله و محیط را می‌توان شمار اندک از این سازه‌ها دانست. درباره نقش و اهمیت فناوری‌های تولیدمثلی مطلب‌های فراوانی نوشته شده است. با این همه، کاربرد زیست‌فناوری‌های تولیدمثلی با چالش‌ها و تنگناهای فراوانی روبه‌رو است، مانند:

- ۱- نبود پایگاه اطلاعاتی دام‌های بومی و تنوع زیستی فرآورده‌های تولیدی، تولیدمثلی و مقاومت به بیماری‌ها در آن‌ها که برای اجرای این فناوری‌ها مورد نیاز هستند.
 - ۲- نبود زیرساخت‌های ویژه‌ای که بدان‌ها نیاز است، بالا بودن هزینه‌ها و در دسترس نبودن این فناوری‌ها برای دامداری‌های کوچک که بهره‌برداری کامل از این روش‌ها را مانع می‌شوند.
 - ۳- نبود مهارت‌های لازم و ارتباط سازنده بین سازمان‌های دولتی و بخش خصوصی.
 - ۴- روشن نبودن سیاست‌ها برای اجرای فناوری‌هایی که کاربردهای آنها در دامداری‌های کوچک سودمند شناخته شده‌اند.
 - ۵- روشن نبودن آینده دامپروری به‌ویژه پرورش دام به شیوه روستایی یا عشایری.
 - ۶- نبود برنامه کلان پژوهشی و درازمدت و پراکندگی و دوباره‌کاری‌های غیرضروری در بسیاری از موسسه‌ها.
- پس از رفع چالش‌ها و تنگناهای پرورش دام و برآورد هزینه-فایده، می‌توان در صورت نیاز به فناوری، برای کارایی بهینه، آن را بومی‌سازی کرد.

منابع

- ۱- آفتاب نیوز، ۱۳۹۵. مروری بر دستاوردهای ۲۵ ساله پژوهشگاه رویان (کد خبر ۳۸۳۷۲۳). دوم مردادماه ۱۳۹۵. برگرفته از <https://www.royaninstitute.org/cms/fa/>
- ۲- پیترز، آر. و پی. جی. بال. ۱۳۸۷. تولید مثل در گاو (برگرداننده: م. ج. ضمیری). چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه شیراز.
- ۳- دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۷. آمار نامه کشاورزی ۹۳-۹۱:۲.
- ۴- دواساز تبریزی، ا. س. بی‌گناه، ص. مسافری، ع. رضایی، ج. بهنام‌پور. ۱۳۸۸. بررسی نتایج برنامه سوپر اوولاسیون و انتقال جنین در گاوداری‌های شیری منطقه تبریز. مجله دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز ۷۸-۷۱:۳.
- ۵- ضمیری، م. ج. ۱۳۷۲. جنبه‌های اخلاقی - معنوی و کارایی بیوتکنولوژی. دومین سمپوزیوم سیاست کشاورزی ایران، ۱۶ تا ۱۸ آبان ۱۳۷۲، دانشکده کشاورزی، شیراز، ۳۹۹ تا ۴۰۹ - .

- ۶- ضمیری، م.ج. ۱۳۸۶. تکنولوژی های رویان، از انتقال رویان تا کلونینگ با تاکید بر کاربرد در گاو. دومین کنگره علوم دامی و آبزیان کشور، ۲۶ تا ۲۷ اردیبهشت ۱۳۸۶، موسسه تحقیقات علوم دامی، کرج، صفحه های ۱۴۷۲ تا ۱۴۷۶.
- ۷- ضمیری، م.ج. ۱۳۹۱. فیزیولوژی تولید مثل. چاپ سوم. انتشارات حق شناس، رشت.
- ۸- ضمیری، م.ج. ۱۳۹۷. دشواری های تولیدمثلی گاوهای شیری (مدیریت تولیدمثل). مجموعه مقالات اولین همایش ملی ناهنجاری های متابولیکی دام و طیور. آذرماه ۱۳۹۷، دانشگاه زنجان، زنجان. صفحه های ۴۳ تا ۵۰.
- ۹- ضمیری، م.ج. ب. عارف نژاد و م.س. صالحی. ۱۳۸۹. پژوهش های تولیدمثلی گاوهای هولشتن در ایران و چشم انداز آینده. دومین همایش ملی انجمن هولشتن ایران. ۵ و ۶ خردادماه ۱۳۸۹. سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران-تهران.

10. Anonymous. 2011. Biotechnology in Animal Agriculture: Status and Current Issues. Congressional Research Service, USA Congress. CRS Report for Congress (name redacted) - Prepared for Members and Committees of Congress. 24.
11. Butler, L.J. and M. McGarry Wolf. 2010. Economic analysis of the impact of cloning on improving dairy herd composition. *AgBioForum* 13:194-207.
12. Carlson, D.F., C.A. Lancto, B. Zang, E. S. Kim, M. Walton, D. Oldeschulte, C. Seabury, T.S. Sonstegard and S.C. Fahrenkrug. 2016. Production of hornless dairy cattle from genome-edited cell lines. *Nature Biotechnol.* 34:479-481.
13. Choudhary, K.K., K.M. Karya, A. Gerome and R.K. Sharma. 2016. Advances in reproductive biotechnologies. *Veter. World* 9:388-395.
14. Council for Agricultural Science and Technology (CAST). 2010. Ethical Implications of Animal Biotechnology: Considerations for Animal Welfare Decision Making. No. 46. CAST, Ames, Iowa, USA.
15. FAO. 2006. Livestock's long shadow: Environmental issues and options, by H. Steinfeld, P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales and C. de Haan. 390 p. Rome, Italy (also available at www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM).
16. FAO. 2007. The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. B. Rischkowsky and D. Pilling (eds.). FAO, Rome, Italy.
17. FAO. 2011. Current status and options for livestock biotechnologies in developing countries. In: *Proceed. FAO Internat. Tech. Conf. Agr. Biotechnol. Develop. Count.* pp. 123-190.
18. Gaskell, G. 2000. Agricultural biotechnology and public attitudes in the European Union. *AgBioForum* 3:87-96.
19. Gengler, N. and T. Druett. 2001. Impact of biotechnology on animal breeding and genetic progress. In: R. Renaville and A. Burny (eds.), *Biotechnology in Animal Husbandry*. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands, pp. 33-45.
20. Georges, M. 2006. Application of biotechnologies for the genetic improvement of livestock: Status and prospects. Retrieved from [www.oie.int > doc > ged](http://www.oie.int/doc/ged)
21. Georges, M., D. Nielsen, M. Mackinnon, A. Mishra, R. Okimoto, A.T. Pasquino, L.S. Sargeant, A. Sorenson, A. Steele, X. Zhao, J.E. Womack and I. Hoeschele. 1995. Mapping quantitative trait loci controlling milk production in dairy cattle by exploiting progeny testing. *Genetics* 139: 907-920.
22. Hou, Z., L. An, J. Han, Y. Yuan, D. Chen and J. Tian. 2018. Revolutionize livestock breeding in the future: an animal embryo-stem cell breeding system in a dish. *Rev. J. Anim. Sci. Biotechnol.* (online 11 p.).
23. Kosgey, I.S., R.L. Baker, H.M.G. Udo and J.A.M. van Arendonk. 2006. Successes and failures of small ruminant breeding programs in the tropics: a review. *Small Rumin. Res.* 61:13-28.
24. Malkan, S. 2019. Gene editing mishaps highlight need for FDA oversight. Retrieved from <https://usrtk.org/tag/gmo/>

25. Nimbkar, C. and N. Kandasamy. 2011. Animal breeding in India – a time for reflection, and action. *J. Anim. Breed. Genet.* 128:161-162.
26. Proudfoot, C., D.F. Carlson, R. Huddart, C.R. Long, J.H. Pryor, T.J. King, S.G. Lillico, A.J. Mileham, D.G. McLaren, C.B.A. Whitelaw and S.C. Fahrenkrug. 2015. Genome edited sheep and cattle. *Transgenic Res.* 24:147-153.
27. Rana, P. and L. Craymer. 2108. Big tongues and extra vertebrae: The unintended consequences of animal gene editing. Retrieved from <https://www.wsj.com/articles/deformities-alarm-scientists-racing-to-rewrite-animal-dna-11544808779>
28. Razmkabir, M. 2018. A field study on the reproductive efficiency of sex-sorted semen in Holstein heifers. *J. Lives. Sci. Technol.* 6:41-46.
29. Renaville, R., N. Gengler, E. Vrech, A. Prandi, S. Massart, C. Corradini, C. Bertozzi, F. Mortiaux, A. Burny and D. Portetelle. 1997. Pit-I Gene polymorphism, milk yield, and conformation traits for Italian Holstein-Friesian bulls. *J. Dairy Sci.* 80:3431-3438.
30. Rodrigez-Martinez, H. 2012. Assisted reproductive techniques for cattle in developing countries: A critical appraisal of their values and limitations. *Reprod. Domest. Anim.* 47SI:21-26.
31. Ruane, J. and A. Sonnino. 2011. Agricultural biotechnologies in developing countries and their possible contribution to food security. *J. Biotechnol.* 156:356-363.
32. Ruane, J. and R. Thompson. 1991. Comparison of simulated and theoretical results in adult MOET nucleus schemes for dairy cattle, *Livest. Prod. Sci.* 28:1-20.
33. Schuppli, C. A. and D.M. Weary. 2010. Attitudes towards the use of genetically modified animals in research. *Public Underst. Sci.* 19:686-697.
34. Sejian, V., T.V. Meenanbigai, M. Chandirasegaran and S.M.K. Naqvi. 2010. Reproductive technology in farm animals: New facets and findings. *J. Biol. Sci.* 10:686-700.
35. Senger, P.L. 2002. Fertility factors- Which ones are really important? *Proceed. Amer. Asso. Bovine Pract.* 35:112-123.
36. Solter, D. 1981. Gene transfer in mammalian cells. In: B.G. Brackett, G.E. Seidel and S.M. Seidel (eds.), *New Technologies in Animal Breeding*. Academic Press, London, UK, pp. 201 -220.
37. Van Arendonk, J.A.M. 2011. The role of reproductive technologies in breeding schemes for livestock population in developing countries. *Livest. Sci.* 136:29-37.
38. Van Eenennaam A.L. and A.E. Young. 2018. Public perception of animal biotechnology. In: H. Niemann and C. Wrenzycki (eds.), *Animal Biotechnology 2*. Springer Nature, Cham, Switzerland, 275-303.
39. van Vleck, L.D. 1981. Potential genetic impact of artificial insemination, sex selection, embryo transfer, cloning, and selfing in dairy cattle. In: B.G. Brackett, G.E. Seidel and S.M. Seidel (eds.), *New Technologies in Animal Breeding*. Academic Press, London, UK, pp. 221-242.
40. Weldon, S. and D. Laycock. 2009. Public opinion and biotechnological innovation. *Policy Soc.* 28:315-325.
41. Yitayih, T.T., T.M. Moges and U.L. Kebeto. 2017. Review on status and constraints of artificial insemination in developing countries, the case of Ethiopia. *J. Biol. Agric. Healthcare* 7:79-87.
42. Young, A.E., T.A. Mansour, B.R. McNabb, J.R. Owen, J. F. Trott, C.T. Brown and A.L. Van Eenennaam. 2019. Genomic and phenotypic analyses of six offspring of a genome-edited hornless bull. *Nature Biotechnol.* 38(2):225-232

Challenges in Application of New Reproductive Biotechnologies in Domestic Animals

M.J. Zamiri^{1, 2}

Some of the reproductive technologies have greatly improved the productivity of livestock in the developed countries. Many factors, which are often not optimal in every herd, affect the cost-benefit of such technologies, including the management, knowledge, expertise and attitude of the involved personnel, farmer's economic and social conditions, to name a few. Artificial insemination (AI) is the most important biotechnology that its application, along with other technologies such as germ cell cryopreservation especially sperm freezing, can result in considerable improvement in genetics of animal production and distribution of the elite genotypes. Estrous synchronization and sex-sorted sperm technologies increase the efficiency of AI. Embryo transfer technology can improve the female reproduction; however, its application is much more costly, and it is not as effective as AI. In most developing countries, AI is often used for upgrading the native animals with imported semen, and less often for breeding of the native dams with the sperm of native males. Due to lack of effective and reliable methods of animal identification, recording systems, and defined animal breeding schemes, the more advanced technologies cannot be efficiently applied in these animals. The use of molecular markers is generally limited to the genetic identification studies which are often carried out with international collaboration. This paper describes the challenges of the application of assisted reproductive technologies and biotechnologies, with emphasis on the developing countries. When available, the information on Iran will also be presented.

Key words: Breeding, Developing countries, Reproduction.

1. Corresponding Author: Email: mjzamiri@gmail.com

2. Professor of Shiraz University (Invited Scholar of I.R. Iran Academy of Sciences).