



## ضرورت آشنایی دبیران درس زیست‌شناسی و دانشجویان رشته ی زیست‌شناسی با اصول اخلاقی (اصول RS۳) پژوهش بر روی حیوانات آزمایشگاهی

نورمحمد براهوئی مقدم<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۱۶

صفحه ۴۹ تا ۶۴

### چکیده:

هدف از نگارش این مقاله، مروری بر اصول اخلاقی سه‌گانه (اصول RS۳) مربوط به بهره برداری از حیوانات در پژوهش‌های زیستی و پزشکی از دیدگاه علمی می‌باشد. تاریخ تحقیقات زیست‌پزشکی و نتایج ارزشمند مطالعات دانشمندان، اهمیت کاربرد حیوانات را در پژوهش نشان می‌دهد. احساس مسئولیت در برابر حیوانات تحت آزمایش و توجه به رفاه و حقوق آنان از وظایف اخلاقی هر پژوهشگر می‌باشد. شواهد علمی اخیر حاکی از توانایی حیوانات در تجربه انواع درد و هیجان و نیز وجود پدیده‌های هیجانی پایه (مانند خشم، وحشت، ترس و استرس) در آن‌هاست. این ویژگی‌ها و توانایی‌ها می‌تواند بستری برای حمایت اخلاقی از آن‌ها فراهم آورد. نتایج بازدیدهای متعدد از آزمایشگاه‌های مدارس و دانشگاه‌ها نشان می‌دهد که با وجود تدوین مجموعه قوانین اخلاقی و از جمله اصول سه‌گانه اخلاق (اصول RS۳) در تشریح و زنده شکافی حیوانات آزمایشگاهی، دبیران درس زیست‌شناسی و کارشناسان آزمایشگاه‌های دانشگاه‌ها با اصول RS۳ (روش‌های جایگزینی، کاهش و بهینه‌سازی) آشنایی کافی ندارند. این مقاله از نوع مروری نظام‌مند بوده که بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده از منابع اینترنتی و تحقیقاتی، به بررسی اصول اخلاقی سه‌گانه (اصول RS۳) پژوهش بر روی حیوانات آزمایشگاهی جهت آشنایی دبیران درس زیست‌شناسی و دانشجویان رشته ی زیست‌شناسی و جنبه‌های اخلاقی استفاده از حیوانات آزمایشگاهی پرداخته است.

**کلیدواژه‌ها:** اصول RS۳، پژوهش، دبیران زیست‌شناسی، دانشجویان زیست‌شناسی، حیوانات آزمایشگاهی.

## مقدمه و بیان مسئله

دانش نسبتاً وسیع ما از حقایق و تأثیرات متقابل در فیزیولوژی، فیزیوپاتولوژی، بیوشیمی و مورفولوژی به طور عمده نتیجه تحقیق بر روی حیوانات بوده که شالوده علوم جانوری و پزشکی (به ویژه جراحی) امروز را پدید آورده است. معمولاً قبل از ارائه و حک و اصلاح اعمال جراحی و سایر معیارهای درمانی، تحقیقات دقیق و خردمندانه بر روی گونه‌های مختلف حیوانات انجام می‌شود (میر مالک و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین می‌توان گفت، آزمایش‌های مختلف بر روی حیوانات در عرصه‌های مختلف علوم زیستی از جمله تحقیقات مختلف علوم پزشکی برای درک بیشتر انسان از پدیده‌های حیات و فرآیندهای آن، بهبود روش‌های تشخیص، درمان و کنترل و پیشگیری از بیماری‌های مختلف انسان و حیوانات دیگر که بشر برای ادامه زندگی به آن‌ها وابسته است، اجتناب ناپذیر است. همچنین برای بررسی قدرت ایمنی‌زایی مواد بیولوژیک مورد استفاده در پزشکی و دامپزشکی، استفاده از حیوانات ضرورت پیدا می‌کند و برای ارزیابی میزان سمیت مواد مصنوعی مانند انواع پلیمرها و مواد صناعی جدید نیز که قبلاً در طبیعت وجود نداشته‌اند و امروزه با سرعت سرسام‌آوری وارد زندگی بشر می‌شوند، باز هم ناگزیر از آزمایش بر روی حیوانات به عنوان مدل‌های آزمایشگاهی هستیم (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۰). در طول تاریخ، استفاده از حیوانات آزمایشگاهی در پژوهش‌های علوم زیستی و پزشکی از ضرورت، ارزش و اهمیت خاصی برخوردار بوده است. در طب یونان باستان به دلیل ممنوعیت تشریح جسد انسان، از حیوانات برای مطالعه کالبدشناسی و فیزیولوژی انسان استفاده می‌شد. از جمله، جالینوس فیلسوف مشهور



یونانی، حیواناتی مانند خوک و میمون را به صورت زنده یا مرده تشریح می‌کرد. زکریای رازی که از بزرگ‌ترین پزشکان مسلمان ایرانی است، با آزمایش روی حیوانات، آثار بسیاری از داروها را شناخت و با تشریح آنها به ساختمان دستگاه عصبی دست یافت (زارع بیدکی، ۱۳۹۱).

استفاده از حیوانات برای اهداف تحقیقاتی (آزمایش دارو، مدل‌های بیماری، آزمایش‌های ایمنی یا موارد دیگر پیشرفت دانش) مدت‌هاست که مورد بحث و جدال است، و نگرانی‌های زیادی در مورد آن وجود دارد. اختلاف بر سر حقوق جانوران همواره وجود داشته و محیط بحث و گفت‌وگو در این باره همواره گرم بوده است. مثلاً گفته می‌شود؛ رنه دکارت دانشمند و فیلسوف سده هفدهم عقیده داشت که میان ذات آدمی و ذات جانوران تفاوتی مطلق وجود دارد و به همین علت جانوران درد را حس نمی‌کنند و بنابراین، زنده‌شکافی، یعنی دریدن بدن‌های زنده آن‌ها، البته بدون بی‌حسی و بی‌هوشی جایز است. لذا، او و شاگردانش سگ‌ها را زنده و بدون بی‌حسی یا بی‌هوشی به تخته تشریح می‌خکوب می‌کردند، بدن آن‌ها را می‌دریدند تا گردش خون را مشاهده کنند، ولی امانوئل کانت فیلسوف مشهور قرن هجدهم طرفدار جانوران بود و اعتقاد داشت هر کس که به جانوران ستم می‌کند، به انسان‌ها نیز ستم روا می‌دارد (کرام‌الدینی، ۱۳۹۴).

کاربرد حیوانات در پژوهش (و نیز در آموزش و تشخیص پزشکی)، علیرغم مزیت‌های فراوان آن، به دلیل جنبه‌های اخلاقی و روانی مربوط به استفاده غیرداوطلبانه از سوژه‌های مورد تحقیق در فرآیندهایی دردناک و زجرآور که معمولاً به مرگ آن‌ها می‌انجامد، موضوعی بحث‌برانگیز است. برخلاف کارآزمایی‌های بالینی روی انسان، که در آن گروهی از بیماران برای یک مطالعه بالینی داوطلب می‌شوند و رضایت‌نامه‌ای آگاهانه امضاء می‌کنند؛ شرکت حیوانات آزمایشگاهی در فعالیت‌های تحقیقاتی امری داوطلبانه نیست و بنابراین نیازمند مداخله حامیانی مانند پژوهشگران، دامپزشکان و کمیته‌های سازمانی مراقبت و کاربرد حیوانات و تعامل و همکاری سازنده بین آن‌هاست. این حمایت می‌تواند تضمین‌کننده اجرای بی‌خطر، مؤثر و مسئولانه تحقیقات حیوانی و به حداکثر رساندن کیفیت زندگی حیوانات در قبل و حین آزمایش‌ها باشد (کوئو<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱).

در سال‌های اخیر همگام با پیشرفت‌های علوم زیستی، مسابقات و جشنواره‌های علمی مختلفی در سطح ملی و بین‌المللی، به منظور آشنایی دانش‌آموزان با حوزه‌های جدید علم زیست‌شناسی و هدایت آن‌ها به این زمینه‌ها اجرا می‌شود، مانند مسابقات آزمایشگاهی زیست‌شناسی، جشنواره خوارزمی، مسابقات علوم اعصاب، المپیاد سلول‌های بنیادی و المپیاد زیست‌شناسی. اشتیاق و هیجان ایجاد شده در بین دانش‌آموزان از این بابت بسیار ارزشمند است و نیروی بالقوه‌ای برای دانشمندان آینده علوم زیستی ایجاد می‌کند. این در حالی است که برخی دانش‌آموزان، به دلیل عدم آشنایی مناسب و مطلوب با مبانی روش‌های تحقیق در علوم زیستی، چه بسا رویکردهای غلطی انتخاب می‌کنند و مقدار زیادی از وقت و انرژی خود را به هدر می‌دهند (مقدسی، ۱۳۹۶). علاوه بر این در بسیاری از پژوهش‌ها، تنها راه برای کسب اطلاعات، مطالعه‌ی مدل‌های حیوانی است. حیوانات با انواع دستگاه‌ها و داروها مورد آزمایش قرار می‌گیرند. بدیهی است که رسیدن

به نتایج صحیح و معتبر از موجود زنده نیازمند رعایت اصول و استانداردهای خاصی است (حقیر السادات و همکاران، ۱۳۹۲). لازمه‌ی دستیابی به اهداف پژوهش، استفاده از روش‌های صحیح نگهداری، گروه‌بندی، تغذیه، محدودسازی و به‌کارگیری شیوه‌های صحیح و علمی فرآیندهای آزمایشگاهی مانند بیهوشی، جراحی و ... حیوان است. بنابراین، باید شرایط مطلوب برای زندگی سالم و نزدیک به طبیعی برای حیوان در آزمایشگاه نیز وجود داشته باشد تا از نظر رفتار انسانی و اخلاقی نیز شرایط مناسب فراهم شود (مبشر و همکاران، ۱۳۹۰). امروزه، سالانه میلیون‌ها جانور آزمایشگاهی در مدارس و دانشگاه‌ها، قربانی تعلیم و تربیت فرزندان آدمی می‌شوند. برآورد شده است که بیش از ۱۷۰ گونه جانور قربانی آزمایشگاه‌های مدارس و دانشگاه‌ها هستند. جانورانی مانند خرگوش، موش، رت، سگ، گربه، میمون، سمور، روباه، ماهی، قورباغه، کبوتر و لاک‌پشت و حتی حشراتی مانند مگس سرکه و کرم‌هایی مانند کرم خاکی در آزمایشگاه‌های مدارس جهان قربانی می‌شوند (کرام‌الدینی، ۱۳۹۴). آنچه امروزه جدید به نظر می‌رسد طرح نگرانی‌های علمی و اخلاقی منعکس‌کننده آثار ناخوشایند این اقدامات بر روی حیوانات است. در حال حاضر، اعمال اصول اخلاقی سه‌گانه در پژوهش‌های علمی بر روی جانوران (روش‌های جایگزین به جای استفاده از حیوانات، کاهش تعداد استفاده از آن‌ها، به علاوه اعمال فرایندهای تأمین‌کننده رفاه حیوانات در قبل و حین و بعد از انجام آزمایش) از جمله مهم‌ترین مواردی هستند که همگام با بحث انجام آزمایش و صحت علمی آن مطرح می‌شوند. اصول اخلاقی مختص حیوانات آزمایشگاهی (جایگزین‌ها) به عنوان راه حلی برای حصول به این اهداف مطرح شده‌اند (جاهد، ۱۳۹۲). به موازات افزایش کاربرد جانوران در آزمایشگاه‌های مدارس و همگام با پیشرفت‌های فناوری‌های نوین، شدت و حدت بحث‌های اخلاقی درباره زنده‌شکافی جانوران در مدارس و دانشگاه‌ها نیز بالا گرفته و با پیشرفت برنامه‌ها و امکانات تشریح مجازی جانوران، لزوم ادامه زنده‌شکافی جانوران مورد تردید واقع شده است. بنابراین آگاهی از تبعات ناخوشایند تشریح و کالبد شکافی حیوانات زنده و اصول مربوط به رعایت موازین اخلاقی برای کلیه افرادی که به نحوی با تشریح جانوران سر و کار دارند، ضروری است. در این مقاله سعی شده است تا به منظور آشنایی بیشتر دبیران و دانشجویان زیست‌شناسی، تصویری کلی از چیستی و هدف‌گایی این اصول ارائه گردد تا آشکار شود که تا چه حد این اصول در عرصه واقعیت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

## روش پژوهش

مطالعه حاضر با هدف بررسی اهمیت و ضرورت آشنایی دبیران و دانشجویان زیست‌شناسی با اصول اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی در پژوهش‌های علمی در حوزه زیست‌شناسی و پزشکی با مطالعه منابع موجود و مبتنی بر مرور نظام‌مند انجام شد. در این مطالعه علاوه بر کتب و منابع موجود کتابخانه‌ای، از منابع اینترنتی و مقالات معتبر نیز استفاده شده است. در این مطالعه به منظور یافتن مطالعات و منابع مرتبط با آشنایی پژوهشگران با اصول اخلاقی در پژوهش‌های حیوانی، با استفاده از



کلیدواژه‌های فارسی «حیوانات آزمایشگاهی»، «اصول اخلاقی»، «حقوق حیوانات»، «پژوهش‌های علمی» و «دبیران و دانشجویان زیست‌شناسی» و همچنین کلیدواژه‌های معادل انگلیسی از پایگاه‌های اطلاعاتی موجود در کتابخانه ملی دیجیتال پزشکی ایران، به ویژه پایگاه Google Scholar و پایگاه‌های اطلاعاتی فارسی از جمله Irandoc، Iran Medex، Magiran، SID و استفاده گردید. در مجموع ۸۵ مقاله به دست آمد که از میان آن‌ها ۸۳ مقاله انتخاب و مورد نقد و بررسی قرار گرفت.

## یافته‌های پژوهش

به طور کلی اساس و پایه مقررات اخلاقی در زمینه کار بر روی حیوانات آزمایشگاهی از اصول سه‌گانه‌ی آزمایش‌های حیوانی تشکیل شده است که اصطلاحاً به «3Rs» موسوم است. این اصول عبارت از جایگزینی<sup>۴</sup>، کاهش<sup>۵</sup> و بهینه‌سازی<sup>۶</sup> هستند. این مفاهیم که برای اولین بار در سال ۱۹۵۹ میلادی توسط راسل و بورچ<sup>۷</sup> ارائه شده‌اند و امروزه به عنوان اصول سه‌گانه راسل و بورچ (3Rs) شناخته می‌شوند، مبنای علمی قوانین کار با حیوانات آزمایشگاهی در بسیاری از کشورهای جهان را تشکیل داده و به یکی از مهم‌ترین معیارهای عملکرد کمیته‌های اخلاقی حیوانات آزمایشگاهی تبدیل شده‌اند (راسل و بورچ، ۱۹۵۹). بیشتر محققانی که در زمینه علوم زیستی کار می‌کنند و کسانی که از حیوانات زنده در تحقیقات استفاده می‌کنند، اصول سه R را شنیده‌اند. اجرای این اصول به عنوان راه حلی برای رفع حداقلی برخی از نگرانی‌ها در زمینه حقوق حیوانات است. اصول 3Rs در افزایش رفاه حیوانات آزمایشگاهی تأثیر زیادی داشته است. اکنون این اصول در سطح بین‌المللی به عنوان یک چارچوب اخلاقی، در آزمایش بر روی حیوانات پذیرفته شده است. بر اساس این اصول در تحقیقات علمی نمی‌توان و نباید از حیوانات بدون دلیل و ضرورت خاص، استفاده کرد (بهنام منش، ۱۳۸۹).

## 3Rs در یک نگاه

**الف) اصل جایگزینی:** استفاده از روش‌های جایگزین به جای استفاده از حیوانات زنده، یعنی جایگزینی حیوانات «محافظت شده» مانند همه‌مهره‌داران زنده بجز انسان در تحقیقات علمی با موجودات گونه‌های پایین‌تر، که فاقد حس درد بوده و یا کاربرد مواد بی‌حس‌کننده در آن‌ها بی‌تأثیر است و یا به طور کلی اجتناب از استفاده حیوانات.

**ب) کاهش:** یعنی تعداد حیوانات مورد استفاده در انجام مراحل یک آزمایش به حداقل علمی مناسب برسد. یا کاهش در تعداد حیوانات از طریق اصلاح و ارتقای محیط و شرایطی که آزمایش در آن‌ها انجام می‌شود.

**ج) بهینه‌سازی:** اصلاح فرایندهای علمی برای به حداقل رساندن درد و رنج حیوان، افزایش رفاه حیوانات در طول تحقیق خود در خانه حیوانات و همچنین در موقعیت‌های تحقیقاتی (احمدی نوربخش و همکاران، ۱۳۹۴).

3- Three Rs  
4- replacement  
5- reduce  
6- Refinement  
7- Russell & Burch  
8- NC 3RS

در جدول (۱) تعاریفی از مفاهیم اولیه ی اصول 3Rs با مفاهیم جدید (توسعه یافته) مقایسه شده است. (مرکز ملی کاربرد روش های جانمایی، کاهش و رفاه در پژوهش های حیوانی<sup>۸</sup>).

جدول ۱- مقایسه ی تعاریف مفاهیم اولیه ی اصول 3Rs با مفاهیم جدید (توسعه یافته)

اصل	مفاهیم اولیه	مفاهیم امروزی
جایگزینی	روش های استفاده از جایگزین نمودن حیوانات پست به جای حیوانات عالی و یا اجتناب از به کاربردن حیوانات در آزمایش های همراه با درد ورنج	تسریع در توسعه و استفاده از مدل ها و ابزارها، مبتنی بر جدیدترین دانش و فن آوری، برای پرداختن به سوالات مهم علمی بدون استفاده از حیوانات
کاهش	روش هایی که تعداد حیوانات استفاده شده در هر آزمایش را به حداقل می رساند	آزمایش های ضروری که بر روی حیوانات انجام می شود، با حداقل تعداد حیوان به طور مناسب طراحی و تجزیه و تحلیل می شوند و قوی و قابل تکرار هستند و به واقع بر میزان دانش افزوده اند
بهینه سازی	روش هایی که درد ورنج و آسیب های وارده به حیوانات را به حداقل می رساند و رفاه آنها را بهبود می بخشد	پیشبرد رفاه حیوانات با بهره گیری از جدیدترین فناوری های in vivo و بهبود تأثیر رفاه بر نتایج علمی

### اصل جایگزینی

جایگزینی، اولین مورد از اصول 3Rs است. این اصل بر استفاده از روش های جایگزین به جای حیوانات و یا اجتناب از کاربرد حیوانات در تحقیق و آموزش تاکید دارد (اکونور<sup>۹</sup>، ۲۰۱۹). به بیانی دیگر جایگزینی به فن آوری ها یا رویکردهایی اطلاق می شود که به طور مستقیم جایگزین حیوانات می شود. بدین صورت که سعی شود تا حد امکان و بدون ضربه وارد کردن به اعتبار و صحت نتایج آزمایش ها و تحقیقات علمی از روش هایی به غیر از انجام آزمایش ها بر روی حیوانات استفاده شود (نایت<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۸).

مهم ترین روش های جایگزین به جای حیوانات و یا اجتناب از کاربرد حیوانات در تحقیق و آموزش شامل موارد زیر است:

- استفاده از شیوه های رایانه ای، محاسبات ریاضی و داده های آماری که از تحقیقات قبلی بر روی حیوانات آزمایشگاهی به دست آمده است.
- روش های جدید اسکن
- مدل های رایانه ای که پاسخ یک حیوان را به آزمایش های خاص شبیه سازی می کنند.
- استفاده از برنامه های شبیه سازی تعاملی دنیای واقعی
- استفاده از ابزارهای شبیه ساز حیوانات

8- NC 3Rs  
9- O.Connor  
10- Knight



- مطالعات کشت سلول و آزمایش‌های خارج از بدن حیوان زنده

- مطالعات بیماران و جمعیت‌ها

- استفاده از موجودات زنده فاقد سیستم عصبی و دارای سیستم‌های حسی ساده‌تر به جای حیوانات دارای سیستم‌های حسی و عصبی پیشرفته (هاین<sup>۱۱</sup>، ۲۰۰۸)

جایگزینی را به دو دسته اصلی، جایگزینی کامل و جزئی تقسیم می‌کنند. جایگزینی کامل از استفاده از حیوانات تحقیقاتی جلوگیری می‌کند. این موضوع شامل استفاده از داوطلبان انسانی، بافت‌ها و سلول‌ها، مدل‌های ریاضی و رایانه‌ای و خطوط سلولی تثبیت شده است. جایگزینی جزئی شامل استفاده از برخی حیوانات است که براساس تفکر علمی فعلی، فاقد حس درد هستند. این شامل بی‌مهرگانی مانند مگس سرکه دروزوفیلا<sup>۱۲</sup>، کرم نماتد، کلنی تک‌یاختگان و اشکال نابالغ مهره‌داران است. جایگزینی جزئی همچنین شامل استفاده از سلول‌های اولیه (و بافت‌های) گرفته شده از حیواناتی است که فقط برای این منظور کشته شده‌اند (و در حقیقت متحمل درد و رنج نشده‌اند (دیبو<sup>۱۳</sup>، ۲۰۰۹). استفاده از روش‌های جایگزین در آزمایش‌هایی که در آن‌ها نیازی به کاربرد مستقیم مدل‌های حیوانی نیست، برای کاستن از تعداد شرایط و موقعیت‌های آزمایشی که در آن‌ها لازم است آزمایش بر روی حیوانات انجام شود، بسیار مؤثر بوده است. سال‌هاست که از حیوانات آزمایشگاهی برای پاسخ به سوالات مهم علمی از جمله سوالات مربوط به سلامت انسان استفاده می‌شود. مدل‌های حیوانی غالباً پرهزینه و وقت‌گیر هستند و بسته به موضوع تحقیق، محدودیت‌های علمی مانند ارتباط ضعیف با زیست‌شناسی انسان را دارند. مدل‌های جایگزین می‌توانند برخی از این نگرانی‌ها را برطرف کنند. پیشرفت در علم و فن‌آوری در دهه گذشته، بدان معنی است که اکنون فرصت‌های واقع‌گرایانه‌ای برای جایگزینی حیوانات در پژوهش‌های علمی وجود دارد (تائن بوم و بنت<sup>۱۴</sup>، ۲۰۱۵).

توجه داشته باشید، سرپایان مانند اختاپوس‌ها و ماهی مرکب که از بی‌مهرگان هستند، در مجموعه کدهای اخلاقی انگلستان در گروه حیوانات محافظت شده قرار می‌گیرند. همچنین انواع جنینی ماهی‌ها و دوزیستان در مراحل آخر دوره لاروی و پرنده‌گان و خزندگان در دوره جوجه کشی و پستانداران در یک سوم آخر بارداری، در صورتی که قرار باشد فراتر از مراحل اولیه جنینی زندگی کنند و بعد از رشد در آن مرحله، باعث درد، رنج، پریشانی یا آسیب پایدار شود، مانند حیوانات بالغ در گروه محافظت شده قرار می‌گیرند (احمدی نوربخش و همکاران، ۱۳۹۵).

در حال حاضر آزمایش‌های ایمنی زیادی بدون استفاده از حیوانات انجام می‌شود. به عنوان مثال، در آزمون ایمز (Ames test) به جای جوندگان از باکتری‌ها استفاده می‌شود. آزمون ایمز یکی از مدل‌های مطرح و کاربردی جهت نشان دادن اثرات مخرب مواد شیمیایی از طریق جهش زایی در مولکول‌های DNA و آسیب‌رسانی به ژن‌ها می‌باشد و برای تشخیص این که آیا این مواد پتانسیل ایجاد سرطان را دارند، نیز به کار می‌رود. این آزمون به عنوان آزمایشی حساس در تعیین جهش‌زایی مواد شیمیایی، دارویی، صنعتی و بیومانی‌تورینگ در محیط‌های کاری استفاده

2- Heyn

12- Drosophila

13- Deboo

14- Tannenbaum J., Taylor Bennett

می گردد (وارلا<sup>۱۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). در آزمایشگاه های پزشکی قانونی به علت کاربرد زیاد آلاینده های جهش زا مانند بنزن، گزیلول و فرمالدئید احتمال خطر ابتلاء به سرطان و یا انتقال ناهنجاری های ژنتیکی به نسل های بعد وجود دارد. لذا از آزمون ایمز در بررسی میزان جهش زایی محیط کاری آزمایشگاه های پزشکی قانونی نیز استفاده می گردد (پرتو آذر و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین در حال حاضر برای انجام برخی از آزمایش ها، استفاده از حیوانات پیچیده تر نسبت به گذشته کم تر شده است. اکنون دانشمندان می توانند اثرات پیروژن های<sup>۱۶</sup> خارجی (باکتری های تب آور) را به جای تزریق به خرگوش ها بر روی سلول های خونی خرچنگ نعل اسبی<sup>۱۷</sup> بررسی کنند (آندرسون<sup>۱۸</sup>، ۲۰۱۵). پیروژن خارجی به توکسین ها و اجزاء آن ها که منشأ خارج از بدن دارند، گفته می شود. مکانیسم ایجاد تب توسط پیروژن خارجی به این ترتیب است که این عوامل، ماکروفاژها را تحریک می کنند و در نتیجه پروتئین هایی با وزن ملکولی زیاد ساخته می شود. این پروتئین ها را پیروژن داخلی می نامند. پیروژن داخلی مستقیماً روی گیرنده های سلول های عصبی هیپوتالاموس قدامی اثر می نماید و در نتیجه پروستاگلاندین ساخته می شود. این واسطه های شیمیایی سبب می شوند که درجه حرارت بدن در هیپوتالاموس تغییر کند. درجه حرارت افزایش و در نتیجه تب ایجاد می شود. اخیراً، نوعی جدید پیروژن تولید شده است که می توان اثرات آن را بر روی گوشت گاو و مرغ تهیه شده در کشتارگاه بررسی کرد (کریک<sup>۱۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۸).

با توجه به اصل جایگزینی، در کشورهای مختلف دستورالعمل هایی برای مراقبت و استفاده از حیوانات برای اهداف علمی بیان شده است. برای مثال در کشور استرالیا، قانون «مراقبت و استفاده از حیوانات آزمایشگاهی برای مقاصد علمی» ناظر بر امور آموزشی و پژوهشی به عمل آمده بر روی حیوانات آزمایشگاهی در این کشور می باشد. بازوی اجرایی این قانون، کمیته های اخلاق حیوانات آزمایشگاهی در این کشور می باشد (قانون مراقبت و استفاده از حیوانات آزمایشگاهی برای مقاصد علمی، ۲۰۱۳). در قانون استرالیا در ارتباط با اصل جانمایی، دستورات زیر ابلاغ شده است:

۱- روش هایی که به طور کامل یا تا حدی، جایگزین استفاده از حیوانات می شوند باید به دقت مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته و در صورت لزوم اجرا شوند.

۲- قبل از استفاده از حیوانات، همه اطلاعات موجود مربوط به هدف های پیشنهادی، از جمله پایگاه داده های موجود، باید مورد بررسی قرار گیرند. تکنیک های جایگزینی که باید مورد توجه قرار گیرند شامل استفاده از داده های اپیدمیولوژیک، تجزیه و تحلیل فیزیکی و شیمیایی مدل های مصنوعی، رایانه ای، ریاضی و بی جان، شبیه سازی ها سیستم های *in vitro*، ارگانیسیم های غیر حساس؛ جسد و موارد بالینی می باشند.

۳- فرصت های جایگزینی استفاده از حیوانات باید در طول دوره ی زمانی یک پروژه بررسی شود. در صورت لزوم و قابل اجرا بودن، نتیجه این بررسی باید در پروژه های فعلی اجرا و در برنامه ریزی پروژه های آینده لحاظ شود.

2- Varella  
16- Pyrogen  
17- horseshoe crab  
18- Anderson  
19- Robert G. W. Kirk





امروزه علم و تکنولوژی جایگزین‌های فراوانی را به جای استفاده از حیوانات در امور آزمایشگاهی و آموزشی در اختیار قرار می‌دهد. این روش‌ها نه تنها انسانی‌تر و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر می‌باشند، بلکه به دلیل شباهت بسیار نزدیک‌تر به مدل‌های انسانی و شرایط واقعی بیماری‌ها، پاسخ بدن به بیماری‌ها و درمان‌های مختلف را خیلی بهتر از واکنش حیوان نشان می‌دهند. همچنین شبیه‌سازهایی وجود دارد که واکنش انسان را نسبت به داروها خیلی بهتر از واکنش حیوان نشان می‌دهند. نتایج امتحان داروهای جدید روی بافت‌های انسانی بسیار قابل اطمینان‌تر هستند. واکنش‌هایی که از کشت‌های بافت‌های انسانی به دست می‌آیند، نه تنها مؤثرتر و ارزان‌تر از واکنش‌هایی هستند که از بافت میمون به دست می‌آیند، بلکه خطرات عفونت با ویروس‌های حیوانی را هم ندارند. مثلاً **Microfluidic Circuit** یک چیپ<sup>۲۰</sup> است که کانال‌های ظریفی از سلول‌های ارگان‌های مختلف انسان را توسط جریان خون به هم مرتبط می‌کند و مشابه‌ترین روش به بدن انسان است و داروهای جدید را می‌توان روی آن امتحان کرد. این روش اثر دارو را روی تمام سیستم بدن انسان نشان می‌دهد و حسگرهای آن اطلاعات را برای آنالیز به کامپیوتر منتقل می‌کنند. مدل‌های کامپیوتری آنقدر پیشرفته شده‌اند که دانشمندان می‌توانند آزمایشی را که ماه‌ها یا سال‌ها زمان می‌برد تا روی حیوان انجام شود، در عرض چند دقیقه یا چند ساعت انجام دهند. روش **Microdosing** در داروسازی انقلاب بزرگی را ایجاد کرده است. اساس آن بر این عقیده است که بهترین مدل برای انسان خود انسان است. در این روش مقادیر زیر یک درصد دوز نرمال داروی جدید را مصرف کرده و اثراتش را در بدن انسان بررسی می‌کنند. ثابت شده که این روش بسیار دقیق است و جانشین تست‌های گمراه‌کننده و غیر قابل اطمینان روی حیوان خواهد شد. با این وجود متأسفانه، در برخی از روش‌های تحقیق غیر حیوانی نسبت به آنچه که در کل (موجود زنده) اتفاق می‌افتد، اطلاعات محدودی در اختیار محققان قرار می‌گیرد و قابل تعمیم به حیوان زنده نیست. در این صورت قانون فقط زمانی اجازه استفاده حیوانات زنده را می‌دهد که استفاده از حیوانات کاملاً اجتناب‌ناپذیر باشد. (گریک و گریک<sup>۲۱</sup>، ۲۰۱۳).

## اصل کاهش

اصل کاهش، دومین مورد از اصول 3Rs، به معنی استفاده از روش‌هایی برای به حداقل رساندن تعداد حیوانات مورد استفاده است. بر اساس این اصل، تعداد حیوانات مورد استفاده در تحقیق باید به کمترین حدی که برای به دست آوردن داده‌های معنی‌دار آماری و زیستی مورد نیاز است، تقلیل داده شود. این اصل هم شامل به حداقل رساندن تعداد حیوانات و هم شامل خودداری از تکرار غیر ضروری نتایج منتشر شده قبلی می‌گردد. بنابراین کاهش تعداد حیوانات مورد استفاده باید به نحوی باشد که باعث افزایش درد و رنج حیواناتی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، نشود. همچنین کاستن از تعداد حیوانات نباید موجب مخدوش شدن صحت علمی نتایج گردد (کوتو، ۲۰۱۱ و تاسکر<sup>۲۲</sup>، ۲۰۱۰). کاربرد اصل کاهش در آزمایش‌های علمی علاوه بر مزایایی که دارد

با محدودیت هایی هم روبرو است. اگر چه در یک پروژه برای دستیابی به اهداف پیشنهادی و دستیابی به طراحی آماری مناسب بر استفاده از تعداد کمتر حیوان تاکید می شود، اما باید توجه کرد که گاهی ممکن است استفاده از تعداد کم از حیوانات، نتیجه آزمایش را فاقد اعتبار کرده و منجر به هدر رفتن حیوانات شود (پارکر و براون<sup>۲۳</sup>، ۲۰۱۴).

در ارتباط با اصل کاهش، هم در کشورهای مختلف دستورالعمل هایی برای مراقبت و استفاده از حیوانات برای اهداف علمی بیان شده است. برای مثال در قانون استرالیا برای مراقبت و استفاده از حیوانات برای اهداف علمی دستورات زیر ابلاغ شده است:

۱- استفاده مجدد مناسب از حیوانات: یکی از راه های کاهش تعداد حیوانات مورد استفاده، استفاده مجدد مناسب از حیوانات است. مزایای استفاده مجدد از حیوانات باید با در نظر گرفتن طول عمر هر حیوان و مدت زمانی که اثرات آزمایش قبلی برطرف گردد، در نظر گرفته شود. همچنین کاهش تعداد حیوانات برای انجام یک آزمایش نباید موجب آسیب بیشتر و درد و پریشانی به حیوانات مورد استفاده شود.

۲- شناخت کافی از متغیرهای مزاحم: عواملی که بخشی از طراحی آزمایشی پروژه نیستند و اثر آن ها در تغییر نتایج تجربی شناخته شده است، و کاهش این گونه متغیرها ممکن است منجر به کاهش استفاده از حیوانات شود. مثلاً حیواناتی با زمینه های شناخته شده ژنتیکی، بیولوژیکی و رفتاری، نباید در آزمایش ها به کار برده شوند.

۳- در صورت امکان، بافت و سایر مواد بیولوژیکی حیواناتی که کشته می شوند باید بین محققان تقسیم شوند یا برای توزیع بعدی در یک بانک بافت نگهداری شوند.

۴- برای جلوگیری از تولید حیوانات اضافی یا به حداقل رساندن آن ها، باید پرورش حیوانات را مدیریت کرد. اگر یک نوع حیوان برای آزمایش مناسب، در دسترس و قابل تکثیر باشد، نباید انواع دیگر حیوانات را تکثیر کرد. هنگامی که یک خط تولید جدید از یک نوع حیوان ایجاد می شود، باید به عنوان منبع مناسب برای سایر محققان در دسترس باشد.

## اصل بهینه سازی (بهسازی)

بهینه سازی به روش هایی گفته می شود که درد، رنج، استرس یا آسیب پایداری را که ممکن است توسط حیوانات تحقیقاتی تجربه شود، به حداقل برسانند و باعث بهبود رفاه آن ها شوند. بهسازی در تمام جنبه های استفاده از حیوانات از مسکن و دامداری آن ها گرفته تا فرایندهای علمی انجام شده روی آن ها اعمال می شود. محققان باید تلاش کنند تا شرایط بهتری را برای محیط زندگی و نحوه ی کار با حیوانات فراهم آورند به نحوی که میزان درد و رنج حیوانات در حداقل ممکن باشد. این اصل به تلاش برای به حداقل رساندن درد، زجر، ناراحتی، ترس، خستگی و سایر تجربیات منفی حیوانات در هنگام انجام پژوهش اشاره دارد. بهینه سازی از طریق کاربرد شرایط درست پرورش، غنی سازی محیط، دست کاری، مقید کردن و تجویز مناسب داروهایی مانند



بیهوش‌کننده‌ها، ضددردها و آرامبخش‌ها قابل حصول است (کوئو، ۲۰۱۱). برای اجرای این اصل هم راهکارهایی بیان شده است. برای مثال می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: حصول اطمینان از تهیه محل مناسب برای حیوانات به گونه‌ای که بتوانند آزادانه رفتارهای خاص گونه‌ای را بروز دهند، استفاده از تکنیک‌های بیهوشی و بی‌دردی برای به حداقل رساندن درد و آموزش حیوانات برای همکاری در مراحل کارهای پژوهشی به منظور به حداقل رساندن هرگونه استرس و اضطراب. مثلاً از غذا به عنوان پاداش می‌توان برای آموزش میمون‌ها برای نشستن روی ترازوها استفاده کرد، یا نگهداشتن یک اندام برای گرفتن نمونه خون هرگونه استرس را کاهش می‌دهد. همچنین می‌توان فشار خون، ضربان قلب و سطح فعالیت را توسط ایمپلنت‌های رادیویی اندازه‌گیری کرد. بنابراین حیوانات مجبور نخواهند بود بارها گرفتار یا مهار شوند. جوندگان را می‌توان در یک قفس خاص پلاستیکی قرمز رنگ قرار داد. در این صورت آن‌ها احساس می‌کنند در یک مکان تاریکی لانه می‌کنند (زیرا آن‌ها نمی‌توانند از طریق رنگ قرمز ببینند)، اما می‌توان آن‌ها را بدون این که ما را ببینند مطالعه کرد. به این ترتیب حیوانات به طور معمول در شرایط طبیعی نگهداری می‌شوند و زندگی گروهی در محیط‌های طبیعی خواهند داشت (تانن بوم و تایلور، ۲۰۱۵). توجه به مسائل رفاهی حیوانات نه تنها از نظر اخلاقی درست است، بلکه از نظر علمی هم خوب است. همچنین انجام هر تحقیق که باعث رنج غیر ضروری برای هر حیوانی شود خلاف قانون است.

شواهد نشان می‌دهد که درد و رنج می‌تواند رفتار، فیزیولوژی و ایمونولوژی حیوان را تغییر دهد. چنین تغییراتی می‌تواند منجر به تغییر در نتایج تجربی شود که هم قابلیت اطمینان و هم تکرار بودن مطالعات را مختل می‌کند (پارکر و براون، ۲۰۱۴).

در ارتباط با اصل بهینه‌سازی، هم در کشورهای مختلف دستورالعمل‌هایی برای مراقبت و استفاده از حیوانات برای اهداف علمی بیان شده است. برای مثال در قانون استرالیا برای مراقبت و استفاده از حیوانات برای اهداف علمی دستورات زیر ابلاغ شده است:

۱- کارهایی که برای حمایت و حفاظت از سلامت حیوانات لازم است، باید همیشه انجام شود. اثربخشی استراتژی‌های حمایت و حفاظت از بهزیستی حیوانات باید در طول دوره زمانی فعالیت‌ها، از جمله پروژه‌ها، مورد بررسی قرار گیرد. در صورت لزوم و قابل اجرا بودن، نتیجه این بررسی باید در فعالیت‌های فعلی اجرا شود و در برنامه ریزی فعالیت‌های آینده، از جمله پروژه‌ها، لحاظ شود.

۲- پژوهشگرانی که از حیوانات مراقبت می‌کنند و از آن‌ها استفاده می‌کنند باید اطمینان حاصل کنند که روش کار به طور شایسته‌ای انجام می‌شود و برای روشی که انجام می‌دهند صالح باشند، یا تحت نظارت مستقیم شخصی که صلاحیت انجام این روش را دارد، باشد.

۳- مدت فعالیت نباید بیش از حد مورد نیاز برای رسیدن به اهداف پروژه باشد و باید با حمایت و حفاظت از رفاه حیوانات سازگار باشد. حیوانات نباید قبل از استفاده، بدون تأیید کمیته‌های

حمایت و مراقبت از حیوانات آزمایشگاهی، برای مدت طولانی به عنوان بخشی از یک پروژه مصوب در شرایط آزمایشگاهی نگهداری شوند (کارگروه اخلاق در پژوهش جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۹).  
۴- در مواردی که انجام آزمایشات همراه با درد و استرس شدید است، حتما از داروهای بیهوشی و تسکین درد استفاده شود.

## بحث و نتیجه گیری

تقریباً تمام موارد استفاده از حیوانات آزمایشگاهی در قالب پژوهش می‌تواند موجب درجات متفاوتی از درد و رنج برای آن‌ها شود. با این حال به دلیل ناگریز بودن پژوهش بر روی حیوانات، در کشورهای مختلف با وضع قوانین و تدابیر نظارتی، سعی شده است تا این درد و رنج به حداقل برسد. امروزه از طریق تدوین راهنماها و تصویب مقررات و تشکیل نهادهای قانونی مختلف، به کارگیری حیوانات آزمایشگاهی در پژوهش‌های علمی ضابطه مند و لازم الاجرا شده است. برای اجرای مسئولانه پژوهش‌های حیوانی لازم است که علاوه بر شناخت و رعایت حقوق حیوانات، جوهره و روح این مقررات یعنی به حداقل رساندن کاربرد حیوانات و تقویت کیفیت زندگی سوزده‌های حیوانی، بیشتر مورد توجه پژوهشگران، مدیران و افراد ذیربط قرار گیرد. احساس مسئولیت در برابر حیوانات تحت آزمایش و توجه به رفاه و حقوق آنان از وظایف اخلاقی هر پژوهشگر می‌باشد. این امر در صورتی محقق خواهد شد که پژوهشگران زندگی و نیازهای طبیعی حیوانات مورد آزمایش و اصول اخلاقی هر گونه پژوهش بر روی آن‌ها را بشناسند و در این زمینه آموزش‌های لازم را ببینند. در میان قوانین و تدابیر نظارتی، استفاده از اصول سه گانه «R» برای کاهش مداوم درد و رنج حیوانات در تحقیقات بسیار مهم است. اصول سه گانه «R» یعنی جایگزینی، کاهش و بهینه سازی، راهنمایی مهمی در تحقیق بر روی حیوانات هستند. باید زمانی از حیوانات استفاده کنیم که متقاعد شده باشیم که راه دیگری برای حل مشکل یا به دست آوردن اطلاعات مورد نیاز وجود ندارد. پرسش علمی باید طوری تدوین شده باشد که پاسخی روشن و معتبر با کمترین آزمایشات ممکن به دست آید. به موازات افزایش کاربرد جانوران در آزمایشگاه‌های مدارس و دانشگاه‌ها همگام با پیشرفت‌های فناوری‌های نوین، شدت و حدت بحث‌های اخلاقی درباره زنده‌شکافی جانوران در مدارس و دانشگاه‌ها نیز بالا گرفته و با پیشرفت برنامه‌ها و امکانات تشریح مجازی جانوران، لزوم ادامه زنده‌شکافی جانوران مورد تردید واقع شده است. آگاهی از تبعات ناخوشایند تشریح و کالبد شکافی حیوانات زنده و اصول مربوط به رعایت موازین اخلاقی برای کلیه افرادی که به نحوی با تشریح جانوران سر و کار دارند، به ویژه دبیران و دانشجویان رشته ی زیست شناسی ضروری است. در پایان پیشنهاد می‌شود جهت آگاهی بیشتر و کسب مهارت و نگرش لازم درباره اصول اخلاقی پژوهش‌های علمی بر روی حیوانات آزمایشگاهی، دوره‌های دانش‌افزایی برای دبیران زیست شناسی حداقل هر دو سال یک بار برگزار گردد.



## منابع

- احمدی نوربخش، س. میراب زاده اردکانی، ع؛ آل داوود، ج؛ مبشر، م؛ زاهدی، ل؛ مظاهری نژاد فرد، ر (۱۳۹۴). راهنمای جامع مراقبت و استفاده از حیوانات آزمایشگاهی. دو ماهنامه علمی پژوهشی دانشور پزشکی، دانشگاه شاهد. ۲۲ (۱۱۸): ۱۱ - ۱
- احمدی نوربخش، س؛ میراب زاده اردکانی، عصمت؛ میر صانعی، محمد؛ آل داوود، جاوید (۱۳۹۵). ضرورت‌های نظارت اخلاقی بر وضعیت کار با حیوانات آزمایشگاهی در کشور. دو ماهنامه علمی - پژوهشی دانشور پزشکی، دانشگاه شاهد. ۲۳ (۱۲۳): ۸۲ - ۶۹
- بهنام منش، ش (۱۳۸۹). بررسی اصول اخلاقی مطرح در زمینه کار با حیوانات آزمایشگاهی. فصلنامه اخلاق در علوم و فناوری. ۵ (۳ و ۴): ۹۳ - ۸۵
- پرتوآذر، ع؛ قاضی خوانساری، م؛ عابدی، م؛ کاویانی، م؛ نور اشرف الدین، س (۱۳۸۸). بررسی میزان مواد جهش زا در ادرار کارکنان آزمایشگاه‌های پزشکی قانونی تهران: تست Ames. مجله دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران. ۶۷ (۳): ۱۸۹ - ۱۸۴
- حقیر السادات، ف؛ ازدری، م؛ عظیم زاده، م؛ کلانتر، م (۱۳۹۲). ضرورت نگاه ویژه به جایگاه اخلاق در فناوری‌های نوین ژنتیکی. هفتمین همایش سالانه انجمن نوروژنتیک ایران. جاهد، م (۱۳۹۲). اخلاق و حیوانات: رویکردها و نظریه‌ها. فصلنامه اخلاق زیستی. ۳ (۱۰): ۱۶۱ - ۱۸۸
- زارع بیدکی، م؛ رضائیان، م؛ پوران، ع (۱۳۹۱). مروری بر جنبه‌های اخلاقی در پژوهش‌های حیوانی. نشریه دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، ۱۱ (۶): ۵۹۸ - ۵۷۵
- کاظمی، ع.، رزم آرای، ن؛ صمدی راد، ب (۱۳۹۰). حقوق حیوانات و تحقیقات زیست پزشکی. فصلنامه اخلاق پزشکی. سال ۵ (۱۵): ۸۲ - ۶۳
- کارگروه اخلاق در پژوهش جهاد دانشگاهی (۱۳۹۹). راهنمای مراقبت و استفاده از حیوانات آزمایشگاهی در امور علمی در جمهوری اسلامی ایران. معاونت تحقیقات و فناوری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.
- کرام الدینی، م (۱۳۹۴). اخلاق، علم و تشریح جانوران در کلاس درس زیست‌شناسی، فصلنامه رشد آموزش زیست‌شناسی، ۱۰۱ (۲): ۸۱ - ۷۸

گریک، ژ؛ گریک، س.ری (۲۰۱۳). به جای آزمایش روی حیوان، پژوهش‌های پزشکی در سده بیست و یکم. مترجمین: صافی، ش. تهران: انتشارات نوآوران سینا.

مبشر، م، ساسانی، پ، آل داوود، ج؛ آرامش، ک؛ لاریجانی، ب (۱۳۹۰). بازنگری راهنمای اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی. مجله ایرانی اخلاق و تاریخ پزشکی. ۵ (ویژه نامه): ۱۱۱ - ۷۰.

مقدسی، ر (۱۳۹۶). رازهای موش آزمایشگاهی. فصلنامه آموزشی - تحلیلی رشد آموزش زیست شناسی. ۳۱ (۱): ۵۲-۴۸.

میر مالک، ع؛ پرورش، ل؛ تهرانی، ش؛ حسینی، پ؛ سعیدیان، م (۱۳۹۲). پژوهش در جراحی، آزمایش بر روی حیوانات. نشریه جراحی ایران. ۲۱ (۱): ۱۳ - ۱.

Anderson, W. (2014). "Getting Ahead of One's self? The Common Culture of Immunology and Philosophy." *Isis* 105(3): 16-606.

Australian code for the care and use of Animals for scientific purposes ( 8 . (2013th ed. Canberra, Australia: National Health and Medical Research Council Publication.

Couto, M. (2011). Laboratory guidelines for animal care. *Vertebrate Embryogenesis: Embryological Cellular and Genetic Methods: Humana Press*, 99 -579.

Deboo, J. (2009). Replacing, Reducing and Refining Procedures in Animal Research *Journal of Tissue Engine* 6(3): 220.

Heynen, R. (2010), *Psychoneuropharmacology and the Use of Alternatives*: Available at:<http://www.vet.uu.nl/nca/userfiles/other/psychoneuro>.

Kirk, R. G. W., Pru, H.W, Beth G , Gail D.( 2018). Science, Culture, and Care in Laboratory Animal Research: Interdisciplinary Perspectives on the History and Future of the 3Rs Science, Technology, and Human Values. 43(4): 603-621.

Knight, A (2008). Increasing The Implementation of Alternatives to Laboratory Animal Use. *Journal of Alternatives to Animal Testing and Experimentation*. 13(3): 13-109.

National Centre for the Replacement, Refinement and Reduction of Animals in Research (UK). *The 3Rs and the Human Essence of Animal Research*

O,Connor, M. (2019). Developing Alternative Methods Of Replace The Use Of Animals In Biomedical Research. *Medical Advances Without Animals Trust (MAWA)*.

Parker, R. M. A. Browne,W.J.( 2014). The Place of Experimental Design and Statistics in the 3Rs *ILAR Journal*. 55(3): 477-485.



Russell, W.M.S. Burch, R.L. (1959). *The principles of human experimental technique*, London, UK: Methuen.

Tannenbaum J., Taylor B. (2015). "Russell and Burch's 3Rs Then and Now: The Need for Clarity in Definition and Purpose." *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*. 54(2): 32-120.

Tasker L. (2010). *Methods for the euthanasia of dogs and cats: comparison and recommendations*. London, UK: World Society for the Protection of Animals.

Varella, S.D. Rampazo, R.A. Varanda, E.A. (2008). Urinary mutagenicity in chemical laboratory workers exposed to solvents. *Journal of Occupational Health Psychology*. 50 :22-415.

---

## The need to acquaint biology teachers and biology students with the ethical principles (3Rs principles) of research on laboratory animals

Noor-Mohammad Brahuei Moghadam<sup>1</sup>

---

### Abstract

The purpose of writing this article is to review the three ethical principles (3RS principles) related to the exploitation of animals in biological and medical research from a scientific perspective. The history of biomedical research and the valuable results of scientific studies show the importance of the use of animals in research. A sense of responsibility towards the animals under test and attention to their well-being and rights is one of the ethical duties of every researcher. Recent scientific evidence suggests that animals are capable of experiencing a variety of pain and excitement as well as underlying emotional phenomena (such as anger, panic, fear, and stress). These qualities and abilities can provide a platform for moral support. The results of numerous visits to the laboratories of schools and universities show that despite the development of a set of ethical rules, including the three principles of ethics (3RS principles) in the description and revival of laboratory animals, biology teachers and laboratory experts Universities are not familiar enough with the principles of 3RS (replacement, reduction and optimization methods). This article is a systematic review that based on information collected from Internet and research sources, examines the three ethical principles (3RS principles) of research on laboratory animals to introduce biology teachers and biology students and the ethical aspects of using laboratory animals are discussed.

**Keywords:** 3RS principles, research, Biology teachers, Biology students, laboratory animals

---

<sup>1</sup> Instructor, Farhangian University, Shahid Motahari Pardis, Zahedan, Iran.  
nmbarahoei@yahoo.com