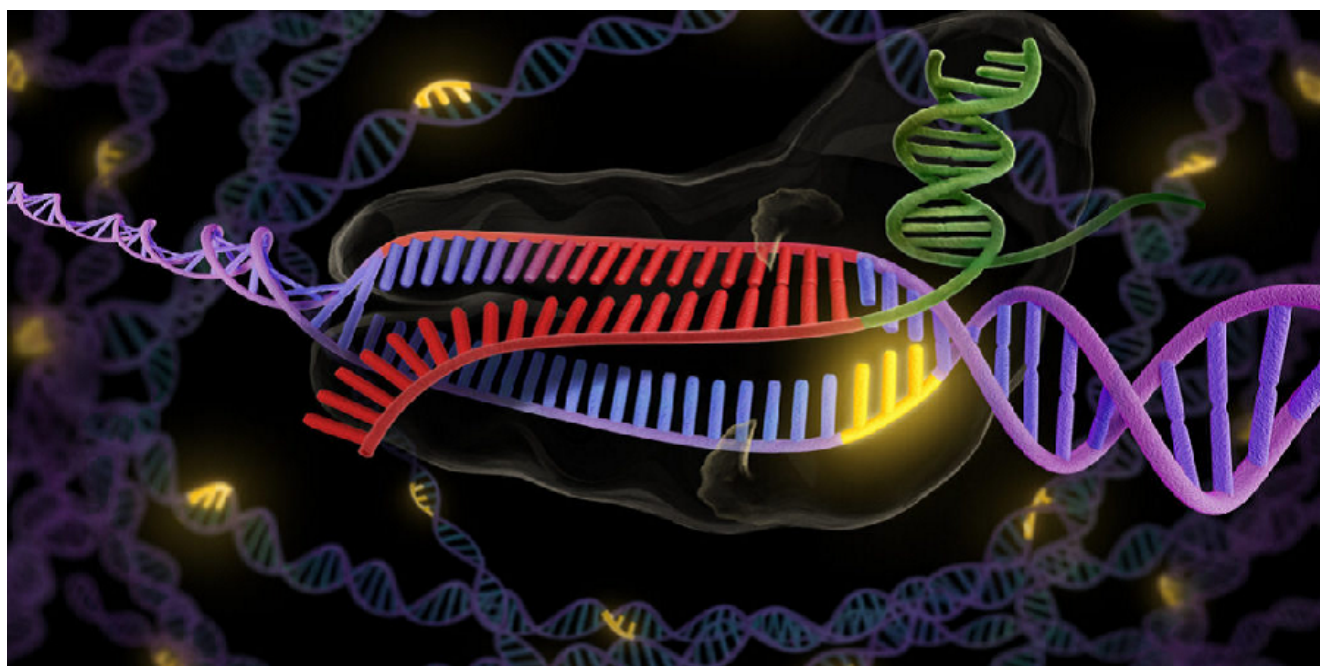


آیا محصولات حاصل از کریسپر نیز تراریخته محسوب می‌شوند؟



باید کریسپر را نه به عنوان یک فناوریِ صرف، بلکه به عنوان «جعبه ابزاری کامل از فناوری ها» مورد توجه قرارداد که هرکدام از آنها برای یک جهش، یک موجود زنده و یک اکوسیستم، اختصاصی هستند.

به گزارش خبرگزاری مهر، پیش تر در مصاحبه ای که با «مجتبی پویان مهر» ، دانش آموخته بیوتکنولوژی داشتیم، در دو بخش به معرفی فناوری کریسپر، دامنه کاربردهای آن، محصولات غذایی تولیدشده با این تکنیک و نیز مواضع کشورهای اروپایی و آمریکا پیرامون ایمنی زیستی و قوانین تدوین شده برای محصولات تولیدشده با این فناوری پرداختیم. در گفتگوی تازه ای که پیش روی شماست پیرامون تفاوت های ماهوی این تکنیک با تراریخته به گفتگو نشستیم.

***برخی متخصصین، محصولات حاصل از کریسپر را نیز تراریخته می نامند. آیا این گونه است؟**

-ببینید هرکدام از روش های تراریخته و ویرایش ژنوم (که کریسپر نیز جزء این روش ها دسته بندی می شود) تعریف مشخصی دارند. زمانی که ما یک ژن خارجی از یک گونه غیرقابل تلاقی به موجود هدف منتقل می کنیم، موجود حاصل را ترانس ژن یا تراریخته می نامند. ولی وقتی که هیچ ژن

خارجی وارد موجود زنده نشده و فقط ویرایش ژنوم خود موجود زنده انجام شده باشد، دیگر موجود حاصل را تراریخته نمی‌نامند.

مزیت اصلی کریسپر هم ویرایش ژنومی و اصلاح صفات بدون استفاده از DNA خارجی است. ولی این بدان معنی نیست که با استفاده از کریسپر نمی‌توان موجودات ترانس ژن نیز تولید کرد! روش اینزرت ژن یا وارد کردن قطعه DNA خارجی با تکنیک کریسپر را اصطلاحاً Targeted Insertion یا Smart Gene Integration می‌نامند و مزیت انتقال ژن با روش کریسپر نسبت به تراریخته مرسوم، دقت بالای انتقال ژن به جایگاه هدف و پایداری ژن منتقل شده است. اما در این حالت هم اگر قطعات وارد شده به ژنوم ارگانیسم هدف، منشأ غیر داشته باشند و از گونه های غیرقابل تلاقی انتخاب شوند، بر مبنای تعریف قدیمی ارائه شده توسط مراجع ذیصلاح در آمریکا و اروپا، محصول تولید شده به عنوان تراریخته (GMO) تلقی می‌شود و در غیر این صورت خیر.

اما همان‌طور که عرض کردم عمده کاربرد تجاری فناوری کریسپر در دنیا ویرایش ژنوم است نه ترانس ژن کردن موجودات. اصلاً مزیت این روش هم که از عهده سایر تکنیک‌ها بر نمی‌آید ویرایش دقیق ژنهاست و دانشمندان هم دقیقاً روی همین قابلیت تکنیک کریسپر تمرکز کرده‌اند. بنابراین به لحاظ فنی محصولات حاصل از ویرایش ژنومی کریسپر؛ تراریخته (GMO) یا Genetically Modified Organism نیستند، بلکه (GEO) یا Gene Edited Organism نامیده می‌شوند. این به لحاظ تکنیکال و فنی بود، اما در سیاست‌ها و قانون گذاری های کشورهای مختلف این قاعده متفاوت است. به‌طور مثال بنا بر ارزیابی های کمیسیون اروپا، محصولات حاصل از روش‌های نوین مولکولی در اصلاح نباتات (New Breeding Techniques) که تکنیک کریسپر نیز در این گروه دسته بندی می شود؛ همچون گیاهان اصلاح شده به روش کلاسیک هستند.

-این موضوع در سندی با عنوان «وضعیت مقررات گیاهان حاصل از شیوه های نوین اصلاح مولکولی» (The Regulatory status of plants resulting from New Breeding Technologies)، در سال ۲۰۱۳ از طرف کمیسیون اروپا منتشر شد و در آن اشاره شده که با بررسی اسناد موجود کمیسیون اروپا در رابطه با قوانین مربوط به تراریخته ها و غیر تراریخته ها در اتحادیه اروپا (Dir. ۲۰۰۱/۱۸/EC)، نتیجه گیری می شود که محصولات حاصل از (NBT) نمی توانند ذیل قوانین تراریخته تعریف شوند. اما همان‌طور که قبلاً عرض کردم پس از کشف قوس‌های

فراوان بین کشورهای مختلف اتحادیه اروپا، نهایتاً امسال اتحادیه اروپا موضع رسمی کل اتحادیه را برخلاف نظرات قبلی کمیسیون اروپا اعلام کرد و اعلام شد که از نظر اتحادیه اروپا محصولات حاصل از کریسپر هم ذیل قوانین تراریخته خواهند رفت!

***در بخش های قبلی صحبت‌هایتان اشاره کردید که در آمریکا محصولات کریسپری ذیل قوانین محصولات کلاسیک هستند ولی با این مطلبی که الان اشاره کردید؛ مواضع اتحادیه اروپا در قانون‌گذاری پیرامون این موضوع متفاوت است. این تفاوت‌های قانون‌گذاری کشورها از چه چیزی ناشی می‌شود؟**

-بله در قانون‌گذاری آمریکا بسیاری از موجوداتی که تحت تغییرات کریسپر قرار به‌عنوان موجودات دستکاری ژنی شده شناخته نمی‌شوند. یعنی عکس قانون‌گذاری اتحادیه اروپا در کشور آمریکا دیده می‌شود و از نظر مراجع ذی‌صلاح این کشور جهش‌های ناشی از کریسپر هیچ تفاوتی با جهش‌های طبیعی ندارند و محصولات حاصل از ویرایش ژنوم همانند محصولات اصلاح‌شده به روش کلاسیک دسته‌بندی می‌شوند.

دلیل این امر سیاست‌های آمریکا است که محصول-محور (Product-based) است و تا زمانی که کریسپر قطعات خارجی را وارد ژنوم موجود زنده نکند محصول حاصل از آن (موجودات ویرایش شده ژنتیکی) جزو محصولات تراریخته حساب نخواهند شد. حتی در صورتی‌که ویرایش ژنتیکی همراه با انتقال قطعات ژنتیکی از یک موجود خویشاوند باشد نیز ممکن است محصول حاصله متمایز از آن چیزی نباشد که در تلاقی اصلاحی سنتی حاصل می‌آید و بر همین مبنا دانشمندان این محصولات را نیز به‌عنوان محصولات طبیعی (یعنی محصولی که دستکاری ژنتیکی نشده باشد) به حساب می‌آورند.

اما قوانین در اتحادیه اروپا کمی متفاوت است و عبارت (GMO) بر اساس محصولات (Product) تعریف نمی‌شوند، بلکه بر مبنای فرآیند طی شده (Process) تعریف می‌شود و قوانین این حوزه فرآیند-محور (Process-based) هستند. بدین معنا که فرایند مورد استفاده در تولید این محصول تعیین‌کننده قابلیت آزادسازی آن در بازار خواهد بود. بنابراین در حال حاضر طبق قوانین فعلی اتحادیه اروپا هر محصولی که با روش‌های مورد استفاده در مهندسی ژنتیک تولید شود، باید با برچسب (GMO) در بازار عرضه شود. البته همان‌طور که قبلاً عرض کردم این دیدگاه در همه کشورهای اروپایی حاکم نیست چنانچه در حال حاضر کشورهایی مثل فرانسه، آلمان، فنلاند و سوئد فناوری

کریسپر را تجاری‌سازی کرده‌اند و این تولیدات مانند محصولات تراریخته ممنوع نیستند. برخی از کشورهای عضو اتحادیه اروپا روش خود را پیش‌گرفته‌اند. برای مثال سوئد در سال ۲۰۱۵ و فنلاند در سال ۲۰۱۶ اعلام کردند که محصولات ویرایش ژنی شده غیرتراریخته هستند و دانشمندان خود را برای پیشبرد آن تشویق کردند. هلند نیز اعلام کرد که بسیاری از روش‌های ویرایش ژنومی باید طبق قانون از روش‌های تراریخته مستثنا شوند.

***در بخش‌هایی از صحبت‌های خود به محصولات کریسپری تجاری‌سازی شده در آمریکا و برخی کشورهای اروپایی اشاره کردید. امکان‌ش هست یکبار دیگر کل محصولات غذایی که به‌وسیله کریسپر در دنیا تولید شده‌اند را نام ببرید؟**

-همان‌طور که پیش‌تر عرض کردم برخی محصولات کریسپری هم‌اکنون در بازارهای جهانی عرضه شده‌اند که بنده لیست آن‌ها را می‌توانم در اختیار شما بگذارم. برخی محصولات دیگر نیز به‌وسیله دانشگاه‌ها تولید شده‌اند و در صف تجاری‌سازی و واگذاری به شرکت‌های سرمایه‌گذار هستند که ممکن است طی ماه‌های آینده وارد بازار شوند (جدول زیر).

جدول: انواع محصولات ویرایش ژنی شده تولید شده (کریسپری) تا سال ۲۰۱۷

موجود تحت ویرایش	خصوصیات ویرایش شده	تولیدکننده (شرکت/دانشگاه)	روش ویرایش
قارچ خوراکی	عدم قهوه‌ای شدن	Penn state University	Crispr-cas
ذرت	آمیلوپکتین بالا	DuPont Pioneer	Crispr-cas
گوجه‌فرنگی	برداشت تسهیل شده	Cold Spring Harbor Laboratory	Crispr-cas
گوجه‌فرنگی	پارتنوکاری	Tokushima University	Crispr-cas
برنج	مقاوم به پلاست	Colorado State University	Crispr-cas
انگور	مقاوم به سفیدم سطحی	Rutgers University	Crispr-cas
گندم	مقاوم به سفیدک سطحی	Chinese Academy of Sciences	Crispr-cas
ذرت	متحمل به خشکی	DuPont Pioneer	Crispr-cas
سویا	اولئیک اسید بالا	PLANTEdit-DuPont Pioneer	Crispr-cas
گاو	فقدان شاخ	Recombinetics	Crispr-cas
خوک	عاری از ویروس PERV	eGenesis	Crispr-cas
سیب زمینی	مقاوم به قهوه‌ای شدن	Collectis Plant Sciences	Crispr-cas
کلزا	عملکرد بالا	Cibus	Crispr-cas
کتان	حاوی روغن با عملکرد بالا	DuPont Pioneer	Crispr-cas
کاهو	متحمل به تنش آبی	Finland (Country)	Crispr-cas
ذرت	دارای ارزش تغذیه‌ای بالا	France (Country)	ODM
کلزا	مقاوم به علف‌کش	Cibus	RTDS
کتان	مقاوم به علف‌کش گلایفوسات	Cibus	RTDS
برنج	مقاومت دوگانه به علف‌کش	Cibus	RTDS
سیب‌زمینی	مقاوم به بیماری فیتوفتورا	Cibus	RTDS

***آیا ویژگی‌های منحصر به فردی که کریسپر برای دانشمندان فراهم کرده است از عهده سایر تکنیک‌های مهندسی ژنتیک برنمی‌آید؟ به‌طور کلی آیا تمام دانشمندان این فناوری را تأیید کرده‌اند یا هستند کسانی که به آن انتقاداتی وارد می‌کنند؟**

به همراه ظهور هر فناوری جدید همیشه انتقاداتی نیز پیرامون آن مطرح می‌شوند و اتفاقاً این خوب است و موجب پیشرفت و بهینه‌تر شدن فناوری‌های نوظهور می‌شود. در مورد کریسپر هم باید بگویم پیشرفت آن با سرعت بالایی طی می‌شود و اگر امروز از من در مورد این فناوری سؤال می‌کنید ممکن است پاسخ امروز من به این سؤال، با پاسخ فردا که این فناوری به حد بهینه‌تری رسیده است، متفاوت باشد! ولی چیزی که در حال حاضر اکثر دانشمندان پیرامون آن متفق‌القول هستند این است که با تکنیک کریسپر، سرعت و دقت دست‌ورزی ژن‌ها افزایش پیدا کرده است. به‌طوری‌که خانم پاملا رولاند -دانشمند حوزه

ژنتیک دانشگاه دیویس- طی مصاحبه‌ای که در نیچر از ایشان منتشر شد اظهار کرده بودند: «شما با استفاده از کریسپر می‌توانید حتی یک جفت باز را تغییر دهید یا یک ژن به‌خصوص را با دقت بسیار بالایی حذف (یا ویرایش) کنید...» و همین دانشمند، محصولات حاصل از تکنیک کریسپر را با عنوان "Organic GMOs" یاد می‌کند! بنابراین دقت و سرعت و توانایی پیگیری تغییرات ژنومی اعمال‌شده در این روش، بلاشک از تکنیک‌های پیشین (حتی SDN, Meganuclease I-SceI, ZFN, و ...) بیشتر است.

اما برخی از دانشمندان، بر عبارت «دقت و صحت» در سیستم اصلاح دقیق (Precision Breeding) کریسپر انتقاد دارند. به‌طور مثال یکی از منتقدان کریسپر در امریکا چارلز بنبروک - مرکز کشاورزی پایدار و منابع طبیعی دانشگاه ایالتی واشینگتن- است. ایشان بر اثرات ناخواسته یا Off target احتمالی این تکنیک اشاره می‌کنند و بر این ادعا هستند که کریسپر ویرایش‌ها و جهش‌های ناخواسته‌ای را نیز می‌تواند در پی داشته باشد.

***آیا واقعاً کریسپر تغییرات ناخواسته و غیر هدف را نیز ایجاد می‌کند؟! این تغییرات ممکن است خطرناک باشند؟**

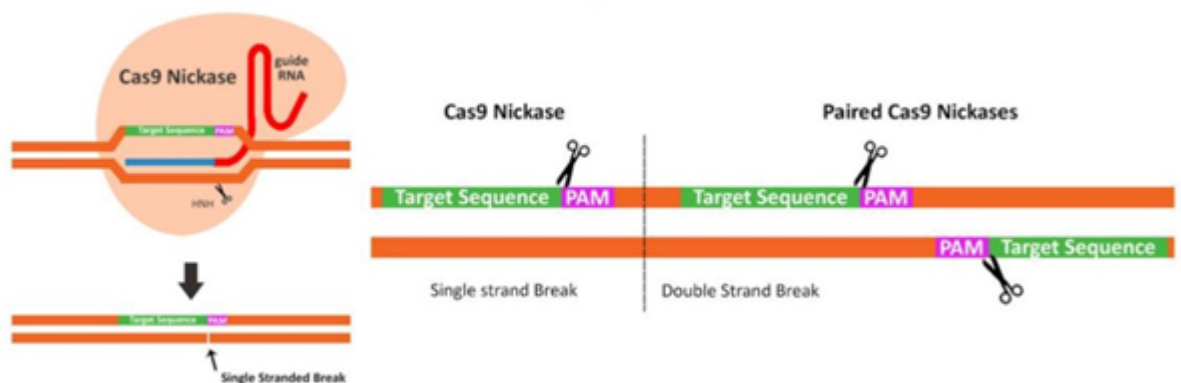
-در پاسخ به این سؤال باید گفت که نه‌تنها تکنیک کریسپر، بلکه تمامی تکنیک‌های مهندسی ژنتیک و تغییر ژن‌ها اثرات غیرقابل‌انتظاری را در پی دارند و این امر غیرقابل‌اجتناب است. ولی نکته‌ای که باید توجه کنیم این است که فراوانی چنین اثرات غیرقابل‌انتظاری در کدام تکنیک کمتر و قابل‌پیگیری‌تر است؟

وقوع برش‌های غیر هدف منجر به موتاسیون‌های حذف و اضافه (InDels) در جایگاه‌های غیر هدف ژنوم میزبان می‌شود و در نتیجه فنوتیپ (صفت) ناخواسته را ایجاد می‌کند. مطالعات زیادی این موضوع را در کریسپر گزارش کرده‌اند که در این روش عموماً عدم اتصال یا Mismatches مربوط به انتهای ۵' مولکول gRNA رخ می‌دهد. ولی در کل اثرات غیر هدفمند ایجادشده توسط این سیستم از نظر تعداد متفاوت است و پیش‌بینی آن تقریباً غیرممکن می‌باشد.

بااینکه تغییرات غیر هدف اتفاق افتاده در فرآیند مهندسی ژنتیک در مرحله بروز فنوتیپ و یا ژنوتایپینگ قابل‌شناسایی و حذف شدن هستند، اما دانشمندان به‌منظور پیشگیری از وقوع تغییرات غیر هدف (-Off target) و موزاییکی شدن سلول‌ها به‌واسطه کریسپر، راهکارهایی گزارش

کرده‌اند که تعدادی از آن‌ها عبارت‌اند از:

استفاده از نوکلئاز Cas9 جهشیافته (نظیر آنزیم Cas9 Nickase و یا آنزیم Cas9 دومتانه “Cas9 Double Mutant”): برای مثال آنزیم نیکاز Cas9 فرم جهشیافته‌ای از آنزیم Cas9 است که یکی از دومین‌های نوکلئازی RuvC1 و یا HNH به دلیل جهش مصنوعی القا شده در دومین (RuvC1) و تغییر اسیدآمینه ۸۴۰ ام از هیستیدین به آلانین (H۸۴۰A) در دومین (HNH) قادر به برش دو رشته DNA نبوده و فقط یک رشته را می‌برد. در این وضعیت DNA بریده‌شده در یکرشته یا nick، در صورت وجود DNA همولوگ، به‌صورت نرمال به‌سرعت و از طریق مکانیسم مسیر ترمیمی شباهتی (HDR) ترمیم می‌شود و در نتیجه اثرات نامطلوب off-Target کاسته خواهد شد. البته در هنگام استفاده از آنزیم Cas9 نیکاز به دو مولکول gRNA به‌جای یک مولکول نیاز است. دو مولکول gRNA بایستی علیه دو رشته سنس و آنتی سنس DNA هدف و نزدیک به هم طراحی شوند تا این اطمینان را به محقق بدهند که زمانی برش دو رشته‌ای (DSB) اتفاق خواهد افتاد که هر دو رشته سنس و آنتی سنس DNA به‌صورت تکی یا nick برش بخورند. سپس به‌محض اینکه DSB ایجاد شد، یکی از مسیرهای ترمیمی NHEJ یا HDR به‌منظور کامل کردن فرایند ویرایش ژنوم وارد عمل می‌شوند.



در این روش (Tru-gRNAs) استفاده از روش Truncated Guide RNAs کاهش می‌یابد که این عامل خاصیت (gRNAs) طول ریبونوکلئوتید راهنما این Cas12 جهش‌زایی غیر هدف را کاهش می‌دهد. استفاده از آنزیم آنزیم به‌تازگی کشف شده است و بنا به آزمایشات صورت گرفته عمل می‌کند. استفاده از آنزیم NmeCas9 Cas9 اختصاصی‌تر از آنزیم این آنزیم نیز در سال ۲۰۱۸ معرفی شد و با استفاده از آن ما حاصل از mRNA می‌توانیم بدون اینکه خود ژن را دست‌کاری کنیم، رشته توالی ژن یا رونوشت ژن را ویرایش کنیم و بدین ترتیب و دامن زدن به تغییرات غیر هدف) DNA بدون اینکه تغییری در توالی

احتمالی) را داشته باشیم، موجود موردنظرمان را ویرایش ژنی کنیم. اما نکته دیگر که عرض می‌کنم حتی باوجود افزایش دقت و صحت، در این تکنیک هم هیچ تضمینی وجود ندارد که تمام نتایج مورد انتظار محقق به‌طور دقیق حاصل آیند! نه در این روش؛ بلکه در تمامی تکنیک‌های مهندسی ژنتیک چنین است و به‌طور مطلق نمی‌توانیم ادعای نتیجه صددرصدی استحصال صفت مورد مطالعه در موجود هدف را داشته باشیم! در گیاهان مطالعات مهندسی ژنتیک پیچیده‌تر از سایر موجودات است؛ چراکه به‌طور مثال می‌دانیم که صفاتی مثل تحمل به خشکی و شوری نه تنها به‌واسطه ژن‌های بسیاری کنترل می‌شوند، بلکه به‌شدت تحت تأثیر شرایط محیطی نیز هستند. بسیاری از عملکرد ژن‌ها وابسته به میزان تبخیر و تعرق، دما و اقلیم منطقه، فلورباکتریایی خاک، عمق خاک و ... است. علاوه بر این، بـرِیس یا زمینه ژنتیکی هرکدام از گونه‌ها یا محصولات. کشاورزی رفتار ژن‌های مربوط به آن را متأثر می‌کند

***پس در مهندسی ژنتیک هم نظیر اصلاح کلاسیک ممکن است تغییرات غیر هدف حاصل شود؟**

-بله تغییر در هر ژن و با هر تکنیکی می‌تواند مجموعه‌های از تغییرات غیرقابل‌پیش‌بینی را در پی داشته باشد. بیشترین آن‌ها با جهش‌زایی از طریق پرتوتابی هاست و کمترین شان در اصلاح کلاسیک است. اما در سال ۲۰۱۸ که ما هم‌اکنون زندگی می‌کنیم کدام یک از تکنیک‌های مهندسی ژنتیک تغییرات غیرقابل‌پیش‌بینی کمتر و درعین‌حال قابل‌پیگیری‌تری در سلول‌های موجودات زنده در پی دارند؟

بنا به یافته‌های فعلی حوزه مهندسی ژنتیک تکنیک کریسپر این ویژگی را دارد! چراکه به‌واسطه روش‌هایی مثل: Targeted sequencing, Exome sequencing, Whole genome sequencing, GUIDE-seq, Digenome-seq و ... تغییرات Off target محصولات حاصل از کریسپر شناسایی شده‌اند و قابل‌ردیابی، انتخاب و حذف هستند (جدول زیر).

جدول: خلاصه روش های تشخیص جهش های Off-target که با استفاده از نوکلئازهای مختص توالی (Sequence-Specific Nucleases) ایجاد شده اند.	
روش	توضیح
Targeted sequencing	تکثیر و توالی یابی جایگاه های از پیش هدف گیری شده
Exome sequencing	به دام انداختن اگزون ها و توالی یابی هدف دار تمام نواحی کد کننده پروتئین
Whole genome sequencing	نسل جدید توالی یابی نواحی کتابخانه های ژنومی
BLESS	به صورت In Situ شکستگی های موجود در سلول های تثبیت شده را شناسایی کرده و از NGS برای بررسی قطعات تکثیر شده استفاده می کند
GUIDE-seq	وارد کردن dsODNs درون DSBs به کمک NHEJ، تکثیر و توالی یابی نسل جدید
HTGTS	القای شکستگی دو رشته (DSB) در طعمه می تواند انتهای DNA را از سایر شکستگی های دو رشته (DSB) متمایز کند، سپس تکثیر توالی جابه جا شده (ترانسلوکاسیون) و توالی یابی نسل جدید انجام می شود
Digenome-seq	هضم در جا (In vivo) DNA ژنومی به کمک cas9 و gRNA مورد نظر، توالی یابی قطعات هضم شده در کل ژنوم

Source: (Zischewski et al. 2017)

پس همان طور که می دانید در مورد کلیه تکنیک های مهندسی ژنتیک در کشاورزی، به طور کلی هماکنون یکی از سؤالات مهمی که فراروی مردم و دانشمندان این حوزه قرار گرفته، این است که آیا کریسپر می تواند گزینه مناسبی برای حل برخی مناقشات مربوط به تراریخته ها باشد یا خیر؟! پاسخ این سؤال از نظر اکثر دانشمندان «بله» هست! اما برای حصول اطمینان از سبقت منافع از اثرات منفی این فناوری نیازمند تغییری جدی و انقلابی در تکنیک ها و کاربری های مهندسی ژنتیک و هم افزایی بین سایر علوم؛ نظیر بیوانفورماتیک یا داده پردازی زیستی هستیم.

یک نکته ظریف دیگر که به نظرم می رسد عرض کنم این است که در بسیاری از موارد، ژن های خاصی تنها درزمینه ژنتیکی و محیطی خاصی مورد استفاده قرار می گیرند. اگر بخواهیم یک سیستم کشاورزی برای اکوسیستم های بومی ایجاد کنیم که برای خاک، آب و هوا و عملیات زراعی بومیان همان منطقه کاربرد بهینه و پایدار داشته باشد، ویرایش ژنومی گیاهان و جانوران بومی همان منطقه یکی از بهترین راه حل ها به نظر می رسد.

بدان معنا که باوجود امکان استفاده از ارقام ویرایش شده ی یک مرکز تحقیقاتی در سراسر جهان، اما اگر به دنبال کشاورزی پایدار (به معنای واقعی و نه به معنای رکود تولید!) و اقتصادی مقاوم هستیم باید از ذخایر ژنتیکی بومی در هر منطقه که با گذشت قرن ها به پایداری و سازگاری مطلوبی با محیط پیرامونی و اقلیم خاص منطقه رسیده اند، برای مقابله با تهدیدها استفاده شود. با این کار علاوه بر حفظ تنوع ژنتیکی، مانع از بروز هرگونه اختلافات سیاسی، حقوقی و

یا اخلاقی در این باره می شویم.

*** به عنوان نکته پایانی؛ با توجه به فرمایشات قبلی‌تان که فناوری را مساوی اقتدار قلمداد کردید به نظر شما رویکرد صحیح کشور ما نسبت به این فناوری نوظهور باید چگونه باشد؟**

- کلید تصمیم‌گیری صحیح برای این موضوع، در نخستین گام؛ درک صحیح - این موضوع است که همه کاربردهای کریسپر به یک صورت انجام نمی شوند و یا مفاهیم یکسانی در پایداری نظام کشاورزی ندارند. البته سرعت پیشرفت فناوری‌های مهندسی ژنتیک بسیار بالاست و دانشمندان روی بهینه کردن تکنیک‌های موجود هرروز کار می‌کنند. ولی در حال حاضر ویرایش ژنومی (کریسپر) به‌روزترین فناوری مهندسی ژنتیک در دنیا است و همان‌طور که سایر کشورها برای پیشرفت در این عرصه برنامه‌ریزی کرده‌اند، کشور ما نیز باید در اولویت‌های تحقیقاتی خود روی بومی‌سازی این فناوری برنامه داشته باشد. البته این تکنیک نیز همچون سایر روش‌های اصلاحی و بیوتکنولوژی، ممکن است در عرصه تجاری سازی و تولیدات انبوه، عواقب مثبت و منفی در پی داشته باشد که مطلب از نظر تأثیرات اجتماعی و زیست‌محیطی بومی مورد ارزیابی قرار بگیرد و بسته سیاستی مناسبی برای ارزیابی‌های آن مدنظر داشته باشیم.

در این بسته های سیاستی هم باید کریسپر را نه به عنوان یک فناوری صرف، بلکه به عنوان «جعبه ابزاری کامل از فناوری ها» مورد توجه قرار داد که هر کدام از آنها برای یک جهش، یک موجود زنده و یک اکوسیستم، اختصاصی هستند. به‌طور کلی بررسی و تهیه دیدگاه های همه جانبه و کافی از خطرات، سبک و سنگین کردن‌ها، و بررسی هزینه- فرصت‌ها نیازمند «مهندسی کریسپر» است که منوط به تضارب آرا و انتقادهاست که این فناوری را به تکامل و پختگی بیشتری برساند.