اصلاح سنتی یا مدرن؟!

زهره شوکتی اسعد[1]

فارغ‌التحصیل زراعت و اصلاح نباتات

دانشگاه تهران

اصلاح نباتات (به نژادی گیاهی) عبارت است از علم و هنر تغییر ژنتیکی گیاه و اصلاح آن‌ها برای افزایش اقتصادی به منظور رفع نیازهای بشر. منظور از هنر یعنی یک اصلاح‌گر بتواند به‌خوبی بین ژنوتیپ های مختلف، تفاوت‌ها را شناسایی و بهترین آن‌ها را بر اساس مشاهده خود انتخاب کند و آن‌ها را در برنامه‌های اصلاحی خود استفاده کند زیرا پایه اصلاح نباتات وجود تنوع است و بر اساس تنوع است که می‌توان انتخاب انجام داد. علم به معنی تجزیه‌وتحلیل فرایندهای ژنتیکی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیک، اجرای طرح‌های آماری و اصلاحی آشنا با علوم دیگر. اهمیت نسبی هنر و علم اصلاح نباتات در طول زمان تغییر یافته است در گذشته انتخاب گیاهان برتر فقط برمبنای ظاهر گیاه یا بذر (فنوتیپ) ولی در حال حاضر متکی بر اطلاعات ژنتیکی و وراثتی موجود است.

اهداف اصلاح نباتات عبارت است از افزایش عملکرد، توسعه سطح زیر کشت، مقاومت به آفات و امراض، تحمل در برابر تنش‌های غیرزنده، افزایش پایداری، بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، سازگاری به کشت وکار مکانیزه.

در یک برنامه اصلاحی اطلاع از وراثت و همبستگی صفات موردمطالعه ضروری بوده و ایجاد تنوع مصنوعی و انتخاب افراد برتر از اصول اصلاح محسوب می‌گردد. برای اصلاح گیاهان زراعی بررسی وجود تنوع ژنتیکی اولین مرحله در اصلاح گیاهان زراعی می‌باشد. در بعضی از گیاهان زراعی مهم از قبیل گندم و ذرت از تنوع ژنتیکی موجود در طبیعت بیشترین میزان استفاده انجام شده است به‌طوری‌که میزان تنوع ژنتیکی موردنیاز برای اصلاح این گیاهان برای صفات و ویژگی‌های جدید کاهش یافته است. به همین دلیل در مهروموم‌های اخیر محققان استفاده از انرژی هسته‌ای (پرتوها و مواد رادیواکتیو) کشت بافت، موتاسیون، مهندسی ژنتیک و... را ابزاری مهم و قدرتمند برای ایجاد تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی می دانند و به کمک روش‌های بیولوژی مولکولی نظیر RFLP, , SSR, RAPD و... می‌توان تنوع ژنتیکی را سریع‌تر و دقیق‌تر تجزیه‌وتحلیل کرد و علاوه بر آن گزینش را در سطح مولکولی انجام داد.

مهندسی ژنتیک و اصلاح نباتات

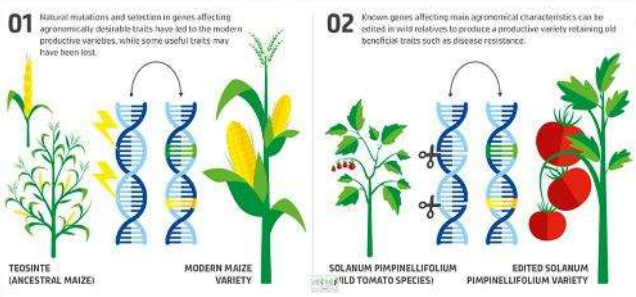
اصلاح نباتات کلاسیک سبب پیشرفت قابل‌توجهی درزمینه

1. Zohre_shokati@yahoo.com

بهبود گیاهان زراعی شده است. هدف از این تکنیک ایجاد تنوع ژنتیکی در جوامع گیاهی، انتخاب گیاهانی با ترکیب ژنتیکی مطلوب و افزایش تنوع در واریته های گیاهی شده است اما باید گفت که بزرگ‌ترین عیب این تکنیک‌ها این است که بسیار زمان‌گیر هستند و فرصت زیادی برای تولید یک واریته جدید می‌طلبند مثلاً برای تولید یک واریته جدید گندم باید ۱۰ سال وقت صرف شود.

درصورتی‌که می‌توان این زمان را با استفاده از تکنیک‌های خاص مهندسی ژنتیک کاهش داد؛ اما این به مفهوم کوتاه بودن زمان معرفی یک واریته نیست بلکه دوره اصلاح آن کوتاه تر می‌گردد. البته در این روش لازم است چند سال زمان برای ارزیابی مزرعه‌ای گیاهان تراریخته صرف شود.

در اصلاح نباتات کلاسیک اکثر تلاقی‌ها درون‌گونه‌ای است و به‌ندرت تلاقی بین گونه‌ها و بین جنس‌ها امکان‌پذیر است، درحالی‌که از طریق مهندسی ژنتیک مدرن می‌توان بدون توجه به این موانع ژن‌ها را از هرگونه گیاهی و یا حتی ارگانیسم به گیاه انتقال داد. اصلاح نباتات با استفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک نسبت به روش‌های سنتی مزیت‌های متعددی دارد، برای مثال اصلاح نباتات به روش سنتی بسیار وقت‌گیر بوده، درصورتی‌که می‌توان زمان به نژادی را با استفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک کاهش داد. در روش‌های سنتی اکثر تلاقی‌ها درون‌گونه‌ای بوده و به ندرت تلاقی بین گونه‌ها و بین جنس‌ها امکان‌پذیر است، در روش‌های سنتی معمولاً به همراه ژن‌های مطلوب انتقال یافته، ژن‌های دیگری که با ژن موردنظر پیوستگی دارند، نیز انتقال می‌یابند و درصورتی‌که این ژن‌ها دارای اثرات نامطلوبی باشند، حذف آن‌ها از گونه گیاهی مشکل و یا غیرممکن است، اما در روش‌های مهندسی ژنتیک تنها ژن مطلوب جداسازی شده و انتقال می‌یابد. همچنین به کمک مهندسی ژنتیک می‌توان واریته ها و گیاهان مقاومی را تولید کرد که دسترسی به آن‌ها از روش‌های معمول غیرممکن است. برای مثال با دست ورزی ژنتیکی، برنج طارم مولایی به کرم ساقه خوار برنج و بیماری‌های قارچی مانند شیت بلایت مقاوم شده است. صفت مقاومت به کرم ساقه خوار و بیماری شیت بلایت در هیچ از یک صدوبیست هزار رقم برنج نگهداری شده در موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج وجود نداشته و اصلاح این ارقام زراعی با روش‌های سنتی امکان‌پذیر نمی‌باشد.



شکل ۱- اهلی کردن گیاهان با استفاده از ویرایش ژنومی

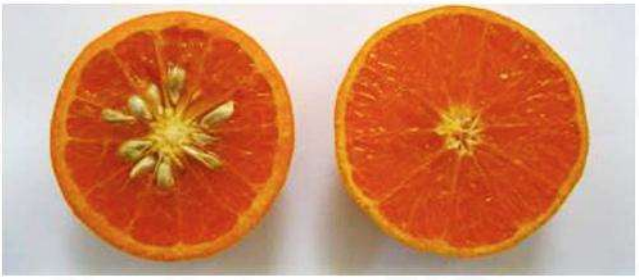
اصلاح موتاسیونی

اولین هدف عمده اصلاح نباتات موتاسیونی رفع محدودیت های موجود کشت آنهاست. اصلاح نباتات کلاسیک در سالیان طولانی یک سری واریته های پر محصول و سازگار تولید نموده است که مورداستفاده کشاورزان است. این ارقام پر محصول و سازگار گاهی به علت بروز مشکلاتی از قبیل یک بیماری خاص، حساسیت به آفات و یا محدودیت‌های زراعی از قبیل طول دوره رسیدگی طولانی از ارجحیت افتاده و کشاورزان تمایلی به کشت آن‌ها ندارند و بنابراین از چرخه تولید خارج می‌شوند. اصلاح نباتات موتاسیونی با رفع این محدودیت می‌توانند یک گام روبه‌جلو و کم‌هزینه باشد زیرا همان‌گونه که اشاره شد این ارقام سازگار بوده و در طی پروسه طولانی آزمایش‌های ناحیه‌ای عملکرد مورد ارزیابی قرار گرفته و معرفی‌شده‌اند. برای مثال برای ایجاد واریته هیبرید در برنج مثل سایر گیاهان مشکلاتی وجود دارد ازجمله این مشکلات ایجاد لاین‌های نرعقیم و بازگرداننده باروری است. اخیراً به‌وسیله پرتودهی با اشعه گاما واریته های نرعقیم حساس به گرما تولید شده است که گام مهمی در تسهیل تولید واریته های هیبرید برنج است.

اصلاح گیاهان با استفاده از موتاسیون به نظر می‌رسد تنوع ژنتیکی حاصل از موتاسیون مصنوعی با تنوع حاصل از موتاسیون طبیعی یکسان باشد. به‌طورکلی دو عامل فیزیکی و شیمیایی در ایجاد موتاسیون دخالت دارند موتاژنهای فیزیکی شامل اشعه ایکس، گاما، می‌باشد. اکثر اصلاحگران به این موتاژنها دسترسی ندارند لذا عمدتاً از مواد شیمیایی استفاده می‌کنند.

گونه‌های گیاهی دارای ژنتیکی زیادی هستند که اصلاحگران درصدد استفاده از آن‌ها است. گرچه درگذشته این تنوع صرفاً با بهره‌گیری از روش‌های سنتی اصلاح نباتات

مورداستفاده قرار می‌گرفت اما امروزه روش‌ها و فنون مدرنی در اختیار اصلاحگران است که به کمک آن‌ها می‌توانند فرآیند اصلاح گیاهان را بسیار مؤثرتر و کاراتر انجام دهند. کشت سلول‌ها و بافت‌های گیاهی شرایط جدیدی را برای ایجاد تنوع گیاهی و یا تسریع روند اصلاح نباتی در برابر اصلاحگران قرار می‌دهد؛ و بالاخره با انتقال هدفدار ژن‌ها می‌توان صفاتی را که در یک گیاه زراعی و یا گونه‌های خویشاوند آن موجود نیست، به آن منتقل کرد. با افزایش دسترسی به ژن‌های مشخص و انتقال هدفدار آن‌ها به گیاهان زراعی، امید می‌رود ایجاد صفات و کیفیت‌های مختلف در کوتاه‌مدت در گیاهان میسر شوند. به نژادی زمانی می‌تواند موفق عمل کند که ترکیب معقول و هوشمندانه‌ای از سنتی و فنون جدید به کار گرفته شود.



شکل ۲- اصلاح میوه پرتغال از روش موتاسیون و تولید پرتغال های بدون هسته

کشت بافت در اصلاح نباتات

کشت بافت کاربرد زیادی در علوم گیاه‌شناسی، بیوشیمی، مهندسی ژنتیک، بیولوژی مولکولی است. کشت بافت یک روش مناسب برای دستوری ژنتیکی سلول‌ها در شرایط این ویترو می‌باشد در حالی انجام این پادماده در شرایط طبیعی کاری مشکل و غیرقابل‌کنترل است.

تکثیر رویشی قلمه‌های ساقه و یا سایر بخش‌های گیاهی برای تولید کلون‌های ژنتیکی در برخی گیاهان زراعی به کار می‌رود. سیب‌زمینی، نیشکر، موز و برخی گونه‌های باغی از طریق رویشی تکثیر می‌یابند. به همین دلیل تکنیک‌هایی به وجود آمده‌اند که توانایی باز زایی و تکثیر گل گیاه را از بافت‌ها، سلول‌های خالص‌شده یا حتی پرتوپلاست ها (سلول‌های بدون دیواره) را دارند. مجموعه این تکنیک‌ها به صورت کامل برای برخی گونه‌های زراعی تقطیر یونجه، هویج، کلزا، سویا، توتون، گوجه‌فرنگی و لاله‌های زیستی به کار برده شده است (۴۳).

ریز ازدیادی از طریق کشت این ویترو جنبه مهمی از کاربردهای این تکنیک است که امروزه از آن در سطح وسیعی برای گونه‌های جنگلی، باغی و به‌ویژه گیاهان زینتی استفاده می‌شود. تکثیر کشت بافت به‌عنوان یک ابزار مهم در مهندسی ژنتیک و دست ورزی سلول‌های پذیرفته ژن خارجی استفاده می‌شود. تکنیک کشت سلولی این امکان را به محققان نشان می‌دهد تا سلول‌ها را در خارج از بدن موجود زنده رشد داده و انتقال ژن را برای این سلول‌ها انجام دهند. علاوه بر این، تکنیک کشت سلولی امکان تکثیر تعداد زیادی از واریته های مهندسی‌شده را فراهم می‌نماید و یک روش مؤثر و کارا برای تولید مقادیر زیادی از گیاهان مهندسی شده است. گاهی اوقات در گیاه موردمطالعه ازنظر صفت موردبررسی تنوع موجود ندارد و یا بسیار کم است حال می‌توان با استفاده از کشت بافت تنوع سوماکلونی و یا گامتوکلونی ایجاد نمود که این ممکن است از میلیون‌ها سلول موردبررسی چند مورد دارای خصوصیات مفیدی ازنظر اصلاحی را داشته باشند. تنوع سوماکلونال عامل مهمی برای تغییر ژنتیکی در گیاهانی است که سیستم‌های بازیابی گیاه از طریق کشت بافت در آن‌ها ایجاد شده است.

برای ایجاد لاین های خالص به‌منظور تولید گیاهان هیبرید در اصلاح نباتات کلاسیک زمان بسیاری نیاز است گاهی اوقات تولید این لاین خالص امکان‌پذیر نیست به‌طور مثال در گیاهان یونجه و هویج با یک یا دو نسل خودگشنی قدرت نامیه و میزان تولید بذرها بسیار کاهش می‌یابد به‌طوری‌که نمی‌توان ادامه اصلاح را ادامه داد. به همین منظور می‌توان با استفاده از کشت بافت و با ایجاد گیاهان هاپلوئید و سپس دو برابر نمودن کروموزوم‌های آن‌ها به گیاهان دابل هاپلوئید رسید که سریع‌ترین روش دستیابی به اینبریدینگ کامل در طی یک مرحله می‌باشد. کشت بساک نیز معمول‌ترین فرم کشت گرده است که بساک‌ها در مرحله نموی تک‌هسته‌ای انتخاب می‌شود. تولید گیاهان هاپلوئید به تعداد زیاد به روش کشت بساک بستگی دارد.

تکنیک نجات جنین نیز در مواقعی انجام می‌شود که والدین ازلحاظ تلاقی با یکدیگر ناسازگار هستند. (تلاقی‌های دور)

اصلاح نباتات مولکولی

مارکرهای مولکولی خصوصاً مارکرهای DNA نظیر SSR، AFLP، SNP، RFLP ، RAPD ، و انواع دیگر، ابزار تحقیق قدرتمندی جهت

جهت شناسایی و مدیریت پلی مورفیسم ژنتیکی در اصلاح نباتات هستند. یکی از کاربردهای معمول آن‌ها انتخاب بر مبنای مارکرها است.

از روش‌های جدید در اصلاح نباتات مولکولی می‌توان به QTL، انتخاب ژنومی، نقشه یابی ارتباطی و... نام برد. به‌طور مثال MAS. (Marker Assisted Selection) بر مبنای شناسایی و استفاده از مارکرهایی که به ژن‌های کنترل‌کننده ویژگی موردنظر پیوستگی دارند، می‌باشد. درصورتی‌که پیوستگی بین یک مارکر مولکولی و جایگاه ژنی صفات کمی (QTL) وجود داشته باشد، انتخاب صفات کمی بسیار کاراتر و سریع‌تر انجام می‌شود. از مارکرهای مولکولی می‌توان علاوه بر MAS در شناسایی ژرم پلاسم نیز استفاده کرد.

اصلاح معکوس

یکی از دیدگاه‌های مهم در اصلاح نباتات، این است که معمولاً هیبرید F1 ازنظر اندازه، ویژگی‌های رشدی و عملکرد در مقایسه با والدهای هموزیگوس خود برتر می‌باشد (پدیده هتروزیس). متأسفانه درک ضعیفی از مکانیسم‌های دخیل در هتروزیس وجود دارد و احتمالاً چند مکانیسم آن را کنترل می‌کنند. ماهیت تصادفی هتروزیس، بهینه‌سازی اثرات هتروزیس را مشکل می‌سازد.

در بسیاری از گیاهان زراعی بنیه هیبرید برای به دست آوردن واریته‌های با عملکرد بالا ضروری می‌باشد؛ اما یک ژنوتیپ هتروزیگوس نمی‌تواند به‌صورت پایداری از طریق بذر تکثیر شود، زیرا کروموزوم‌های والدینی قبل از رسیدن به نتاج، تفرق یافته و به‌صورت جدیدی آرایش می‌یابند. هتروزیگوس‌ها اگر به صورت جنسی تکثیر یابند ژنوتیپ مطلوب خود را از دست خواهند داد. ترکیب آللی مطلوب در هتروزیگوت منتخب، به دلیل تفرق صفات در نسل بعدی از بین می‌رود.

به این دلیل ایجاد روش‌هایی برای حفظ آسان ژنوتیپ‌های هتروزیگوت، یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها در اصلاح نباتات است. آپومیکسی بارها به‌عنوان یک روش برای حفظ فنوتیپ هتروزیگوت پیشنهاد شده است اما هنوز کاربرد اصلاحی ندارد. در این راستا استراتژی اصلاح معکوس گیاهان زراعی توسط دیریکس و همکاران در سال ۲۰۰۹ پیشنهاد شد. در این استراتژی جمعیتی با سطح بالایی از هتروزیگوسیتی و تنوع ایجاد می‌شود. سپس این جمعیت در شرایط محیطی مختلف (طول و عرض جغرافیایی، شوری، رطوبت و...) ارزیابی شده و بهترین ژرم پلاسم هتروزیگوت برای اصلاح بیشتر انتخاب می گردد. اصلاح معکوس توسط حذف کراس آورهای میوزی و تثبیت کروموزوم‌های غیر نوترکیب در هاپلوئیدهای مضاعف هموزیگوت انجام می‌شود. این روش نه تنها تثبیت ژرم پلاسم ناشناخته را امکان‌پذیر می‌سازد بلکه یک ابزار اصلاحی به‌منظور انجام جایگزینی کروموزومی در اختیار اصلاح‌کنندگان نبات قرار می‌دهد.

شکل ۳ اخته کردن و پاکت گذاری جهت مانع از خود گرده افشانی

شکل ۴- پاکت گذاری بعد از تلقیح دانه گرده از والد گیرنده جهت تولید بذر هیبرید

استفاده از روش‌های مدرن و علوم روز برای اصلاح نباتات که به آن اشاره گردید، ممکن است کاملاً مطلوب به نظر برسد؛ اما همه‌ی ما دانش‌آموختگان کشاورزی با عنوانی به نام "اثر متقابل" آشنایی داریم و می‌دانیم که عموماً رسیدن به یک صفت موردنظر خواه مطلوب یا نامطلوب، باید برآیند چندین عامل را متصور شد. یا به عبارتی ممکن است طی

اجـرای برنامـه‌ی اصلاحـی، صفـت مدنظـر کـه حاصـل اصـلاح بـوده، در تقابـل بـا عواملـی دیـده شـود کـه آن‌هـا گاهـی در آزمایش‌ها نزدیک به صفر بوده است.

اصـولاً هیچ‌یـک از روش‌هـای اصـلاح سـنتی یـا مـدرن بـه خودی‌خـود مناسـب یـا نامناسـب نیسـتند؛ امـا بایـد تأثیـر چنـد عامـل را در نظـر داشـت: ابزارهـای در دسـترس، علـم موجـود و مهم‌تـر از همـه زمـان. فـرض کنیـم کشـاورزی چندیـن سـال متوالـی زمـان مناسـب جهـت به‌کارگیـری روش‌هـای سـنتی را در اختیـار دارد و کشـت وی نیـز کامـلاً به‌صـورت دیـم اسـت (ایـن مـوارد به‌طـور تجربـی در اکثـر نقـاط ایـران دیـده مـی شـود) انتخـاب روش‌هـای مـدرن در ایـن حالـت نه‌تنهـا تأثیـری نخواهـد داشـت بلکـه باعـث تحمیـل هزینه‌هـای گزافـی خواهـد بـود. در مـوارد این‌چنینـی می‌تـوان بـا صـرف هزینـه‌ی بسـیار معقـول و در عـوض صـرف مدت‌زمـان طولانـی، به‌تدریـج برنامـه ی اصلاحـی بـا روش‌هـای سـنتی را پیـاده کـرد. در ایـن حالـت شـاهد آن خواهیـم بـود کـه برخـی صفـات موردنظـر به‌تدریـج و با مرور زمان اصلاح شده‌اند.

در بررسـی مـوردی دیگـر، (مثـلاً فراگیـری نوعـی بیمـاری خـاص) فـرض کنیـم صـرف زمـان طولانـی باعـث از بیـن رفتـن ارزش‌هـای گیـاه می‌شـود کـه در ایـن حالـت برخـلاف قبـل، نیازمنـد آن هسـتیم کـه در کمتریـن زمـان ممکـن، تغییـرات مطلـوب را در گیـاه بـه وجـود آوریـم. در کنـار تمـام این‌هـا نیـز مشـروط بـه داشـتن ابـزار و علـم مناسـب جهـت اجـرای روش های مدرن، می‌توان از آن‌ها استفاده کرد.

امـا بهتـر آن اسـت بـر اسـاس تئـوری اثـر پروانـه‌ای کـه طبـق آن تغییـرات بسـیار جزئـی، گاهـی منجـر بـه نتایـج بسـیار متفـاوت می‌شـوند، ایـن نکتـه را در نظـر گرفـت کـه در صـورت اعمـال تغییـر در برخـی سـاختارهای گیـاه، زمـان مناسـبی جهـت ظهـور تغییـرات و بررسـی نتایـج حاصـل از آن در نظـر گرفـت کـه ایـن امـر در گـرو اسـتفاده از روش‌هـای سـنتی می‌باشـد. چراکـه اعمـال تغییـرات در ایـن روش بسـیار تدریجـی اسـت و فرصـت مناسب جهت بررسی در اختیار خواهد بود.

به‌طورکلـی اسـتفاده از روش‌هـای اصـلاح سـنتی بـه شـیوه‌ای کـه کشـاورزان قدیـم آن را اجـرا می‌کرده‌انـد و گاهـی طبیعـت نیـز در آن دسـت داشـته اسـت، زمان‌بـر اسـت؛ امـا ایـن تأثیـر زمـان خـود را بـه شـکل سـازگاری بیشـتر بـا محیـط نشـان داده و بـه نظـر می‌رسـد هرچنـد دوره‌ی رسـیدن بـه صفـت مدنظـر بـا اسـتفاده روش‌هـای سـنتی بسـیار طولانـی اسـت ولـی مانـدگاری سـازگاری و بـه عبارتـی کارایـی ایـن روش‌هـا بیشـتر اسـت. به‌طورکلـی در انتخـاب شـیوه‌ی اصـلاح گیاهـان عوامـل زیـادی نقـش دارنـد کـه بـا توجـه بـه اولویت‌هـا و اهـداف برنامـه ی اصلاحـی، می‌تـوان از هـر دو شـیوه سـود جسـت. به‌نحوی‌کـه هیچ‌یـک از روش‌هـا به‌خودی‌خـود مطلـوب یـا نامطلـوب نیسـتند بلکـه برآینـد هـر روش آینـده‌ی روشـنی را بـرای ایـن علم ترسیم خواهد کرد.

منابع

۱- نقـش بیوتکنولـوژی در بررسـی تنـوع ژنتیکـی، کشـت و نگهـداری گیاهـان زراعـی و اصـلاح نباتـات (مـروری)، الهـه بنـده علی، همایش ملی علوم و فنون کشاورزی، اسفندماه ۱۳۹۲

۲- کاربـرد تکنیک‌هـای اصـلاح نباتـات موتاسـیونی بـرای بهبـود ژنتیکـی گیاهـان زراعـی در کشـاورزی مـدرن، ناصـر ص،مهـدی محب الدینی، محسن جانمحمدی،

۳- تنش‌هـای غیرزنـده: چالشـی بـرای کشـاورزی و محیط‌زیسـت در دهه‌های آینده، محسن حسامی،مصطفی رحمتی

۴- زراعـت و اصـلاح نباتـات، ویـدا محمدیـان، دومیـن همایـش یافته‌های نوین در محیط‌زیست و اکوسیستم‌های کشاورزی

۵- بیوتکنولـوژی گیاهـی: پیشـرفت‌ها و تلاش‌هـای پیـش رو، عبدالرضـا باقـری، نسـرین مشـتاقی، چهارمیـن همایـش ملـی بیوتکنولوژی کشاورزی، ۱۳۸۴

۶- اصـلاح معکـوس: روشـی نویـن در اصـلاح نباتـات، زهـرا زینتـی لیـلا نظـری، اولیـن کنگـره علمـی پژوهشـی توسـعه و ترویـج علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران.