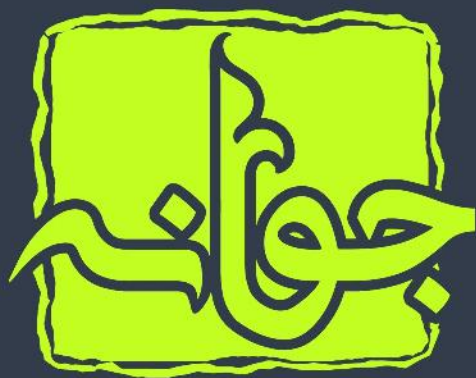




فصلنامه علمی تخصصی انجمن علمی دانشجویی
زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران
سال پانزدهم، شماره دوم (دوره جدید)، تابستان ۱۳۹۸

اصلاح گنت یا اصلاح مدرن؟!!

آنچه در این شماره خواهیم خواند:

- کاربرد سیستم CRISPER/Cas9 در کشاورزی
- تغییرات اقلیمی و مدل سازی
- میلیارديم در کشاورزی
- پلاستیک های تجزیه پذیر گیاهی
- معرفی کتاب بهار خاموش



پردیس کشاورزی و منابع طبیعی



فصلنامه علمی و تخصصی علوم کشاورزی و منابع طبیعی
وزارت و اصلاح نباتات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی

شماره

شماره و تاریخ مجوز: ۱۳۹۷/۷/۱۷ ۱۳۹۷/۲۰/۲۶

صاحب امتیاز: انجمن علمی دانشجویی زراعت و اصلاح نباتات

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

مدیر مسئول: ناصر احمدی

سر دبیر: حمید بیات

استاد مشاور: انجمن: دکتر هوشنگ علیزاده

استاد مشاور نشریه: دکتر فریبا ابوبی

ویراستاران: فاطمه قبادی، ناصر احمدی

صفحه آرا: سید محمدرضا کیش باغان (گروه طراحی و تبلیغات دژار)

همکاران این شماره:

* مقطع دکتری

ثریا نوید، سحر افضلی، هرسینی، لیلا سلیمان پور،

شیرین انصاریان، فاطمه قبادی، مهدی غفاری

* مقطع کارشناسی ارشد

هدی سادات کیانی، زهره شوکتی

* مقطع کارشناسی

زهرا کاظمی بیدهندی، مریم محمدی، ناصر احمدی

AGRICULTURE

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سخن مدیرمسئول:

خداوند را به پاس توفیقی که نصیب ما کرده است شاکریم که توانستیم قدمی در راه انتشار مطالب علمی مفید و کارآمد در جهت ارتقاء سطح علمی علاقه‌مندان به علم برداریم. این نشریه به همت دانشجویان مستعد و فعال و با تعصبی مجدد سرپا شده است که بدون هیچ چشم‌داشتی، خالصانه تلاش کردند تا جوانه بدون نیاز به آب و اکسیژن رشد کند. سپاسگزاری می‌کنیم از آنانی که نه تنها آب را بر جوانه بستند و حق آبه آن را ندادند، بلکه سنگ‌اندازی نیز کردند و نمی‌دانند که گذر زمان و طبیعت، این سنگ‌ها را خاک پای جوانه خواهد کرد و سبب استحکام و صلابت بیشتر و رشد بیش از پیش آن خواهد شد ... سپاس بیکران از آنانی که این بذر را کاشتند و با لطف ایزد منان جوانه ظهور کرد. به شما قول خواهیم داد که از جوانه مراقبت می‌کنیم و آن را تنها نخواهیم گذاشت. در ادامه از تمامی عزیزانی که نسبت به چاپ سری جدید نشریه ابراز لطف داشته‌اند و از دریافت نسخه اول نشریه ابراز قدردانی کرده‌اند، کمال تشکر را داریم و در پایان از تمامی صاحب‌نظران محترم دعوت به عمل می‌آوریم که با این نشریه همکاری بفرمایند و با پیشنهادهای سازنده خود ما را در هر چه بهتر شدن کیفیت نشریه جوانه یاری دهند.

ناصر احمدی

مدیرمسئول نشریه جوانه

با تقدیر و تشکر از:

دکتر محمدرضا جهانسوز (عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران) و تمامی عزیزانی که با ما یار و همراه بودند.

راه های ارتباطی:

✉ @anjomanz

✉ anjomanzeraat@gmail.com

🌐 <http://Javanesj.ut.ac.ir>

تماس با مدیرمسئول:

☎ ۰۹۳۵۷۸۰۶۲۵۳

فهرست مطالب

مزرعه آموزشی و پژوهشی گروه زراعت و اصلاح نباتات	۰۶
کاربرد سیستم CRISPER/Cas9 در کشاورزی	۰۹
تغییرات اقلیمی و مدل سازی	۱۵
آب های خاکستری در کشاورزی	۲۱
اصلاح سنتی یا اصلاح مدرن؟	۲۴
میلیاردیم در کشاورزی	۲۹
پلاستیک های تجزیه پذیر گیاهی	۳۳
معرفی فناوری های جدید در فنوتیپ سنجی نسل های آینده	۳۷
فیزیولوژی گیاهان در شرایط تنش خشکی و شوری	۴۲
آبیاری مغناطیسی در کشاورزی	۵۰
گیاهان پوششی و مدیریت علف های هرز	۵۶
معرفی کتاب بهار خاموش	۶۲



مزرعه آموزشی ویژو هشت گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

ثریا نوید

دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی

دانشگاه تهران



دستگاه کشاورزی برای کشور ما بسیار مهم است؛ چون امنیت غذایی برای کشور بزرگ، جمعیت و دارای هدف های بلند بسیار مهم است. لذا بخش کشاورزی و دامداری ما یک بخش ویژه و استثنای است و همه باید برای آن تلاش کنند. (مقام معظم رهبری مدظله العالی)



مزرعه آموزشی- پژوهشی گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران با مساحت حدود ۲۰۶ هکتار واقع در مهرشهر کرج (استان البرز) با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۱۶۰ متر از سطح دریا می باشد که در زمینه های مختلف، آموزشی، پژوهشی و تولید نقش های ویژه ای ایفا نموده و پرچم دار حرکت های نوین در کشور است.

در زمینه آموزشی به درس مهارت آموزی، در زمینه پژوهشی به کشاورزی حفاظتی و الگوی کشت و در زمینه تولیدی به تولید کلاس های گوناگون بذری و خاکورزی حفاظتی می توان اشاره کرد. در حال حاضر نیز با شرکت های مختلف ملی و بین المللی در زمینه تولید بذر و گیاهان دارویی در حال مذاکره می باشد. این مزرعه دارای دو قطعه می باشد که برای کاربری های مختلف از جمله تولید بذر، آموزش و پژوهش و تعاونی های دانشجویی اختصاص یافته است.

مزرعه شهید فزوه (بالا)			
قطعه	مساحت (هکتار)	کاربری	
A۱	۲۱	تولید بذر	
A۲	۱۱/۵	درس مهارت آموزی	
A۳	۱۵	طرح های آموزشی و پژوهشی	
A۴	۱۴		
A۵	۳۵	تولید بذر	
A۶	۴۸		
جمع	۱۴۴/۵ هکتار		

مزرعه شهید حقی (پایین)			
	کاربری	مساحت (هکتار)	قطعه
	بنیاد توسعه تعاونی	۱/۵	B۱
	اجرای طرح کلزا	۱۲	B۲
	تعاونی دانشجویان	۱۰	B۳
	تولید بذر	۳۸	B۴
۶۱/۵ هکتار			

قطعه بندی مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی

اهداف آموزشی مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی

- ۱- تربیت مهندسين مجرب کشاورزی (مهارت آموزی)
- ۲- ارائه دروس عملیات تخصصی برخی از رشته‌های کشاورزی
- ۳- اجرای آموزش‌های پودمانی و مهارت پروری با ارائه گواهی نامه‌های معتبر
- ۴- جهت‌دار کردن آموزش‌های زراعی به سمت استفاده از تکنولوژی‌های نوین
- ۵- استفاده از دانش مدل‌سازی در راستای شناسایی عوامل مؤثر بر خلأ عملکرد و افزایش تولید.



اهداف پژوهشی مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی

- پژوهش‌های بنیادی و کاربردی در راستای محصولات استراتژیک و دارای مزیت نسبی که منجر به افزایش تولید و خودکفایی شود در زمینه‌هایی مانند:
- ۱- استفاده بهینه از آب، کود در راستای تولید محصولات ارگانیک
 - ۲- افزایش تولید در شرایط محدودیت و تنش
 - ۳- تولید بذور گیاهان زراعی و هیبرید
 - ۴- اصلاح سیستم‌های خاک‌ورزی و حرکت به سمت خاک ورزی حفاظتی و بدون خاک‌ورزی
 - ۵- استفاده از تکنولوژی‌های نوین (آبیاری تحت فشار، پهباد، سنسور و غیره)
 - ۶- کشت گیاهان فراموش شده و گونه‌های در معرض انقراض
 - ۷- کمک و یا مشارکت در انجام پژوهش‌های سایر گروه‌ها و یا نهاد خارج از دانشکده.



اهداف تولیدی مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی

- ۱- بالاترین میزان تولید محصولات استراتژیک در استان
- ۲- دستیابی به رکوردهای ملی و استانی در تولید محصولات استراتژیک
- ۳- درآمدزایی با کاشت گیاهان دارای مزیت مانند گیاهان دارویی و سایر گیاهان
- ۴- افزایش و پایداری تولید با بهره‌گیری از کشاورزی حفاظتی و دقیق
- ۵- کاشت گیاهان فراموش شده و جدید
- ۶- رعایت استانداردهای تولید



نمونه دستاوردهای مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

ورود به عرصه تولید بذر و کاشت کلاس‌های گوناگون بذر در مزرعه

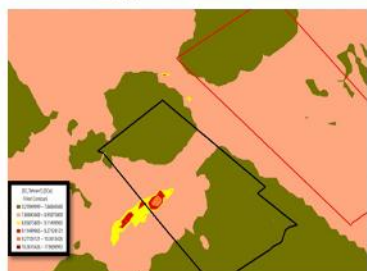
- ۱- تولید و فعالیت در زمینه بذور مادری، گواهی شده و پرورشی ۳ و نوکلئوس
- ۲- آغاز فعالیت در احیای اصلاح و تولید رقم
- ۳- رایزنی با موسسه ثبت و گواهی در زمینه تولید بذر با برند دانشگاه تهران

۴- برنامه‌ریزی و رایزنی در زمینه تولید ارقام با شرکت‌های داخلی و خارجی

۵- آغاز فعالیتهای مرتبط با گیاهان دارویی.



تهیه نقشه کمیت‌های خاک (بافت و ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیون، برآورد هدایت هیدرولیکی، عمق خاک، عمق لایه های زیرین، میزان آب و رفتار خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک و شوری) اراضی مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران با استفاده از سامانه اگروور.

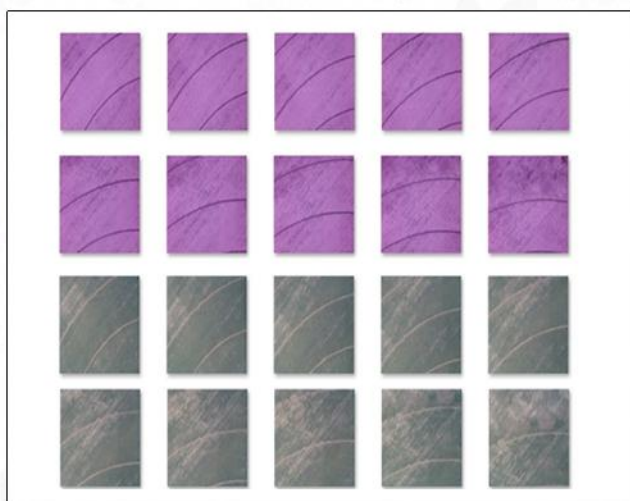


استفاده از فناوری‌های جدید در مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی تهران (نقشه‌برداری با استفاده از پهباد)



راه‌اندازی آزمایشگاه مرکزی در مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی

تجهیز سیستم تهویه، سرمایشی و گرمایشی آزمایشگاه خرید دستگاه‌های مورد نیاز و جدید برای آزمایشگاه



CRISPR / CAS ۹

کشاورزی در

هدی سادات کیانی^۱

دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی

دانشگاه تهران



۱- کریسپر چیست؟
نوعی تکنولوژی جدید ویرایش ژنتیکی است که می‌تواند به پیشرفت ژن درمانی کمک‌های زیادی بکند. تاکنون ژن درمانی عمدتاً از طریق تکنیک انتقال ژن (gene transfer) انجام شده است؛ به این صورت که یک ویروس بی‌گزند، نسخه‌ی سالمی از یک ژن را به سلول منتقل می‌کند تا جای ژن معیوب را که بیماری ایجاد کرده، بگیرد؛ اما در روش کریسپر، دانشمندان می‌توانند مستقیماً ژن معیوب را اصلاح کنند.

آن‌ها DNA معیوب را جدا کرده و به جای آن یک DNA سالم می‌گذارند. قاعدتاً، این روش باید خیلی بهتر از اضافه کردن یک ژن جدید جواب دهد، چون در این صورت خطرات ناشی از اضافه کردن یک ژن غریبه و خارجی از میان می‌رود. گاهی اوقات ممکن است این ژن خارجی در مکان اشتباهی قرار گیرد و منجر به سرطان شود؛ اما ژنی که با تکنیک کریسپر ترمیم شده تحت کنترل خواهد بود.



توانایی ویرایش دقیق و هدفمند هر نقطه‌ای از ژنوم موجودات برای سال‌های طولانی آرزوی دانشمندان بوده است. با کشف سیستم CRISPR/ Cas9 ابزاری برای اصلاح ژن در اختیار دانشمندان قرار گرفت که در دنیا هیاهویی ایجاد کرد. این ابزار سریع، ارزان و بسیار دقیق‌تر از تکنیک‌هایی است که قبلاً برای ویرایش ژن استفاده می‌شد و دارای طیف گسترده‌ای از برنامه‌های کاربردی بالقوه است.

۱-۱- فرایند کریسپر-کس ۹ چیست؟

به گزارش بایو وان مرکز تخصصی بیوتکنولوژی و زیست شناسی نوین در ایران؛ کریسپر-کس ۹ ابزاری برای اصلاح ژن است که در دنیا هیاهویی ایجاد کرده است. این ابزار سریع، ارزان و بسیار دقیق‌تر از تکنیک‌هایی است که قبلاً برای ویرایش ژن استفاده می‌شده و دارای طیف گسترده‌ای از برنامه‌های کاربردی بالقوه است. کریسپر-کس ۹ تکنولوژی منحصره‌فردی است که این امکان را ایجاد می‌کند تا بتوان با حذف و اضافه کردن یا جایگزین کردن، بخشی از ژنوم را ویرایش نمود. این روش در حال حاضر روشی ساده، دقیق و تطبیق‌پذیر برای دست‌ورزی ژنتیک می‌باشد.



1. h.kiani@ut.ac.ir

در حقیقت برخی از باکتری‌ها دارای سیستم ساده کریسپر-کس ۹ برای ویرایش ژن می‌باشند که برای پاسخ به عوامل مهاجم نظیر ویروس‌ها بکار می‌رود و این فرآیند مانند سیستم ایمنی برای آن‌ها تلقی می‌شود.

کریسپر در باکتری‌ها قسمتی از DNA باکتری را قطع کرده و در تهاجم بعدی به باکتری برای شناسایی پاتوژن کمک می‌کند. دانشمندان از این سیستم در سلول‌های دیگر جانوران شامل موش و انسان استفاده کرده‌اند.

۱-۲- عملکرد کریسپر-کس ۹:

قطعه‌ای از RNA شامل توالی ریبونوکلیکاسید از پیش طراحی شده با طول حدود ۲۰ باز را RNA راهنما (gRNA) می‌گویند. این RNA داربست به DNA اتصال می‌یابد و توالی پیش‌ساخته‌ی راهنمای کس ۹ به آنزیم دستور می‌دهد که به کجای DNA متصل شود. کس ۹ با پیروی از RNA راهنما در همان قسمت از رشته DNA دو رشته DNA را می‌برد. در این مرحله سلول DNA آسیب‌دیده را شناسایی کرده و سعی می‌کند تا آن‌ها ترمیم کند.

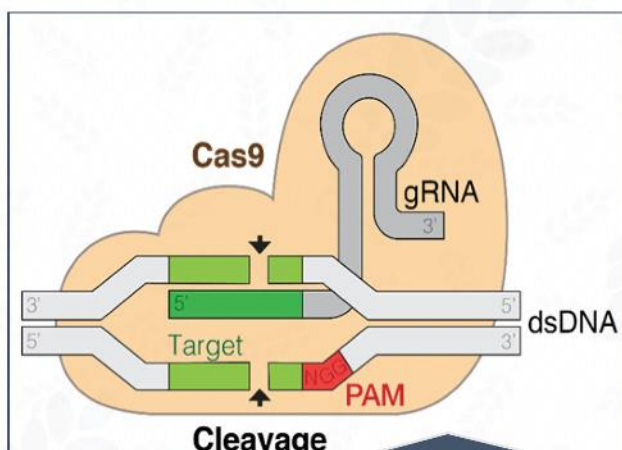
آنها ترمیم کند.



۲-۱- کاربرد سیستم کریسپر در مواد غذایی و بیوتکنولوژی

صنعتی

تا به امروز، کاربرد سیستم‌های کریسپر در باکتری‌ها شامل ژنوتیپ، کشت محصولات صنعتی علیه ویروس‌ها، کنترل جذب و انتشار ژن‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک توسط باکتری‌ها و کشت‌های پروبیوتیک مهندسی می‌باشند. موفقیت تجاری سیستم ایمنی طبیعی کریسپر برای واکسیناسیون استرپتوکوکوس ترموفیلوس که از آن در فراورده‌های لبنی (ماست و پنیر) استفاده می‌شود، راه را برای استفاده از این سیستم در تغذیه هموار کرده است. کار اخیر نیز ثابت کرد که مفهوم باکتری مفید یعنی ایمن مانند در برابر جذب و انتشار



سیستم کریسپر-کس ۹ شامل دو مولکول کلیدی برای ایجاد تغییر یا جهش در DNA می‌باشد. که عبارت اند از:

• یک آنزیم به نام کس ۹ این آنزیم به عنوان یک جفت قیچی مولکولی عمل می‌کند که می‌تواند دو رشته DNA را در محل خاصی از ژنوم برش دهد که آن قسمت کوچک DNA می‌تواند بعداً اضافه یا حذف شود.

۲- کاربرد سیستم CRISPR/Cas9 در کشاورزی

بهبود کیفیت محصولات کلاسیک دام، مانند گاو، طیور و خوک‌ها، توسط مهندسی ژنوم مبتنی بر کریسپر تسریع شده است. دامداران قبلاً مارکرهای کروموزومی مرتبط با صفات شناخته شده به عنوان صفات کمی را شناخته‌اند و از

ژن‌هایی که مقاومت آنتی‌بیوتیکی را رمزگذاری می‌کنند. فناوری کریسپر تأثیر گسترده‌ای بر تمامی صنایع مربوط به باکتری‌ها، قارچ‌ها و مخمرها خواهند داشت، چراکه ما درصدد استفاده گسترده از ویرایش‌کننده ژنوم در این ارگان‌ها هستیم.

احتمالاً CRISPR/Cas9 برای مهندسی باکتری‌ها، مخمرها و قارچ‌های صنعتی برای تولید مواد شیمیایی سبز، ازجمله سوخت‌های زیستی و مواد بیولوژیکی استفاده می‌شود.

۲-۲- استفاده از سیستم CRISPR/Cas9 برای افزایش عملکرد برنج

گروهی از محققان دانشگاه Purdue و آکادمی علوم چین از تکنولوژی ویرایش ژن CRISPR/Cas9 برای افزایش عملکرد برنج استفاده کرده‌اند. نتایج این پژوهش افزایش ۲۵-۳۱ درصدی تولید برنج بود که در پروژه‌های اصلاح سنتی، این عمل تقریباً غیرممکن است.



این تحقیق به رهبری پروفسور ژو (Zhu)، استاد برجسته بخش علوم باغبانی، با اعمال جهش در ۱۳ ژن مرتبط

با هورمون آپسزیک اسید صورت گرفت. این هورمون در تنش‌های گیاهی نقش بسیار مهمی دارد و باعث سرکوب رشد در گیاه می‌گردد.

از بین واریته‌های به‌دست‌آمده، یکی از این گیاهان با وجود تغییر جزئی در تحمل به تنش، در شرایط مزرعه‌ای با افزایش تولید ۲۵ درصدی و در شرایط آزمایشگاهی با افزایش محصول تا میزان ۳۱ درصد روبرو بود. این گروه با استفاده از سیستم CRISPR/Cas9 موفق به خاموشی ژن‌های *PYL* (یکی از اجزای تنظیمی گیرنده آپسزیک اسید) شدند. این ژن‌ها علاوه بر افزایش تحمل به تنش‌های غیرزیستی، همچون خشکی، شوری و دیگر عوامل محیطی در گیاه، مانع رشد آن نیز می‌شوند.

از آنجایی که گیاهان در طی تکامل ویژگی‌های ژنتیکی بسیاری را توسعه داده‌اند، از این‌رو نمی‌توان تنها با خاموشی یک ژن تغییر چندانی در گیاه به‌وجود آورد؛ اما با ترکیبی از خاموشی ژن‌ها می‌توان ویژگی‌های مدنظر در گیاه را ایجاد نمود. دکتر Zhu در این باره می‌گوید: "شواهد فراوانی وجود دارد که بیان می‌کند هرچند هر کدام از ژن‌های *PYL* ممکن است یک عملکرد منفرد و اختصاصی داشته باشد، اما در عین حال می‌تواند در

دیگر فرایندها نیز دارای عملکرد باشد. در نتیجه، زمانی که شما تنها یکی از این ژن‌ها را خاموش می‌کنید، دیگر ژن‌ها به‌عنوان یک جایگزین در این فرآیند فعالیت می‌کنند و به‌همین دلیل تغییر چندانی در گیاه دیده نمی‌شود."

با بهره‌گیری از این تکنولوژی CRISPR/Cas9، دکتر Zhu و همکاران توانستند چند ژن را در یک زمان تغییر دهند که این امر در صورت استفاده از روش‌های اصلاح سنتی چند دهه طول می‌کشید.

گیاهان دستکاری‌شده برنج در این آزمایش‌ها مربوط به یک پروژه مشترک می‌باشند. گام بعدی در این پروژه، استفاده از سیستم CRISPR/Cas9 به‌منظور ویرایش برخی ژن‌ها در واریته‌های مهم و پرمحصول برنج است تا بتوان فهمید که آیا این واریته‌ها چنین افزایش عملکردی از خود نشان می‌دهند یا خیر. دکتر Zhu بر این باور است که اگر این مقدار عملکرد را در گیاهان برنجی که در حال حاضر به‌عنوان ارقام پرمحصول کشت می‌شوند ببینیم، می‌توان امیدوار بود که در آینده‌ای نه‌چندان دور، کمک بسیار مهمی به تغذیه مردم جهان خواهیم کرد.

۲-۳- مروری بر سیستم CRISPR/Cas9 به‌عنوان ابزار ویرایش ژنوم کارآمد در توسعه گیاهان تراریخت

سیستم تناوب‌های کوتاه پالیندروم فاصله‌دار منظم خوشه‌ای (CRISPR/Cas9) یکی از روش‌های مؤثر و جدید ویرایش هدفمند ژنوم است که در جهت ارتقای کیفیت عملکرد گیاهان زراعی و ایجاد صفات جدید گیاهی مورد استفاده است.

همان‌طور که گفته شد سازوکار CRISPR/Cas9 به‌طور گسترده در ویرایش ژنوم، خاموشی ژن، کنترل فرآیند رونویسی همراه با اختصاصی بودن بالا و کاهش اثرات توالی‌های غیر هدف توسط برش‌های دورشته‌ای (DSBs) در DNA ژنومی و تغییر در توالی نوکلئوتیدی ژن هدف در بسیاری از سیستم‌های گونه‌های متنوع گیاهی و جانوری توسعه یافته است. توسعه گیاهان زراعی ویرایش ژنتیکی (GE) به‌طور کامل مشابه با گیاهان زراعی اصلاحی معمول نشان‌دهنده کارآمدی و پایداری این محصولات در شرایط مختلف آب و هوایی بوده، از نظر پذیرش اجتماعی، ملاحظات زیست محیطی و سلامت انسان ترایخته در روند آزادسازی در اولویت مصرف هستند.

۲-۴- دستاوردهای CRISPR/Cas9 در گیاهان

ایجاد حذف‌های بزرگ می‌تواند اصلاح گیاهان را بدون انتقال ژن خارجی شتاب دهد. این درحالی است که اگر برخی نگرانی‌ها و شک و تردیدهای مربوط به سلامتی انسان و محیط‌زیست گیاهان تراریخته را کنار بگذاریم، گیاهان زراعی تراریخته می‌توانند بهترین راه‌حل در توسعه و ارتقای کیفیت و عملکرد گیاهان زراعی حال حاضر باشند.

روش‌های اصلاح سنتی گیاهان زراعی با استفاده از جهش‌های تصادفی و ایجاد تنوع ژنتیکی همواره یک صفت جدید را به ارقام زراعی وارد می‌کنند. این درحالی است که در سیستم CRISPR/Cas9 تغییرات ایجاد شده در ژنوم گیاهی بسیار دقیق، قابل وراثت و پایدار است.

گسترش بهره‌برداری از فناوری CRISPR/Cas9 در پژوهش‌های کاربردی گیاهان و مزیت‌های آن در اصلاح گیاهان زراعی جهت تأمین امنیت غذایی جهانی به‌طور کامل بستگی به کارایی و پذیرش عمومی ارقام زراعی GE در جهان دارد.



۴- کشف روشی متفاوت از عملکرد CRISPR/Cas 9

قبل از اینکه انسان از کریسپر به‌عنوان یک ابزار برای ویرایش ژن استفاده کند باکتری‌ها از آن به‌عنوان یک سیستم ایمنی درونی در مقابل فآژها استفاده می‌کردند و بدین‌وسیله DNA فآژ را با وسیله‌ای مانند قیچی قطعه‌قطعه می‌کردند. در یک باکتری به نام *F. novicida* آنزیم Cas 9 ژن‌هایی را کنترل می‌کند که باید برای ایجاد بیماری خاموش شوند. بدین منظور RNA راهنمای همراه آنزیم Cas طول کوتاهی دارد و به همین دلیل اجازه برش به آنزیم نمی‌دهد و تنها می‌تواند ژن را خاموش کند و باعث بیماری شود. دانشمندان موفق به مهندسی دوباره Cas 9 برای سرکوب ژن‌های هدفی شدند که باعث مقاومت باکتری به آنتی‌بیوتیک می‌شود و دوباره باکتری را حساس می‌سازند. درواقع قابلیت برنامه‌دهی چندگانه به Cas 9 باعث تنوع انواع ویرایش ژنومی می‌شود.

سیستم CRISPR/Cas9 جهش‌های پایدار و قابل توارثی را ایجاد می‌کند که به راحتی می‌توان از ساختار Cas9/gRNA جهت تغییرات بیشتر توسط CRISPR/Cas9 تمیز داد. این امر منجر به توسعه گیاهان هموزیگوت غیر تراریخته که تنها در یک نسل تولید شده‌اند، می‌شود.

بر اساس مطالعه‌ای که Xu و همکارانش (۲۰۱۵) انجام دادند و موفق شدند یک رقم زراعی برنج غیر تراریخته همراه با جهش در ژن هدف توسط تفرق ترانس ژن با ایجاد خودکشتی در نسل T1 تولید کنند. در سال ۲۰۱۴ ژینگ و همکارانش یک سری ناقل‌های دوتایی مبتنی بر سیستم CRISPR/Cas9 با قابلیت بیان پایدار در سیستم‌های گیاهی و یک سری ناقل‌های حاوی ماژول gRNA را طراحی کردند. از این‌رو، انتقال تنها پروتئین نوکلئاز Cas9 و gRNA به درون سلول میزبان توسط روش‌های انتقال ژنتیکی تنها ضرورت ویرایش ژنوم گیاهی به‌شمار می‌رود. Baltes و همکارانش (۲۰۱۴) پیشنهاد کردند که رپلیکون جیمینی ویروس‌ها (GVRs) جهت انتقال ساختار Cas9/gRNA به درون سلول میزبان زمانی که ژن پروتئین آغازکننده همانندسازی (REP) ویروس همراه با ساختار Cas9/gRNA انتقال داده می‌شود، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

علاوه بر این، جهت استفاده از این سیستم در ارتقا و کشف صفات ژنتیکی، روش‌های انتقال با کارایی بالا مانند ویروس‌های مبتنی بر همانندسازی DNA جهت انتقال مواد مهندسی ژنوم بدون نیاز به روش‌های انتقال مهندسی ژنتیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اساس پژوهش‌های صورت گرفته، انتقال مستقیم با استفاده از ویروس جفجه توتون (TRV)، ویروس پیچیدگی برگ کلم (CaLCuV)، امکان‌سنجی انتقال Cas9/gRNA توسط ویروس‌های مختلف در ویرایش ژنوم گیاهان مختلف به وضوح نشان داده شده است.

۳- ایمنی زیستی و مقبولیت CRISPR/Cas9

جهش‌هایی که توسط سیستم CRISPR/Cas9 در گیاهان ایجاد می‌شوند ابعاد جدیدی را در پژوهش‌های زیست‌شناسی گیاهی گشوده است. استفاده از جهش‌زایی تصادفی و سنتی به دلیل طبیعت ادغام تصادفی ژن‌ها قادر به غیرفعال سازی هر ژنی نیست. فناوری CRISPR/Cas9 می‌تواند در ایجاد جهش‌های ژن‌های غیرقابل دسترس بهترین کمک باشد. به‌طوری‌که این سیستم با ایجاد جهش‌هایی در مکان‌های ژنی چندگانه و

می‌دهد. این بدین معناست که باید دو آنزیم کس ۹ و دو RNA راهنما در همان مکان برای ایجاد برش وجود داشته باشد. این عمل باعث کاهش خطا در برش می‌شود.

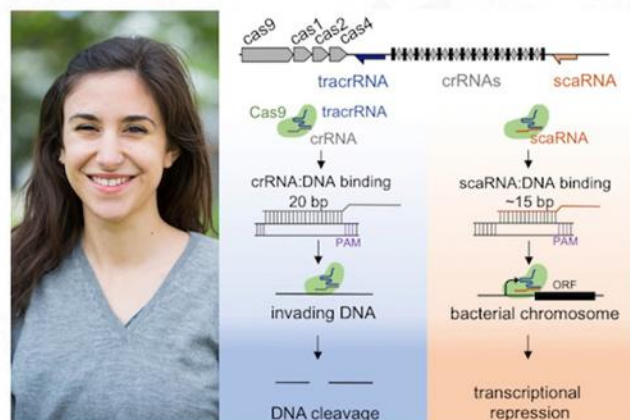
در حال حاضر این روشن است که پتانسیل کس ۹ فراتر از برش در DNA است و سودمندی آن در بکارگیری اختصاصی پروتئین تنها با تخیل ما محدود خواهد بود.

این روش برای اکثر بیماری‌ها مفید است، مثلاً بیماری‌های دیستروفی ماهیچه‌ای و فیبروز سیستیک باید از طریق ویرایش ژنتیکی درمان شوند. اگر پزشکان سلول‌های فرد بیمار را جدا کرده و آن‌ها را ترمیم کنند و سپس دوباره آن‌ها را به بدن بازگردانند، تعداد بسیار کمی از این سلول‌ها زنده می‌مانند. ویرایش ژنتیکی هم مثل تکنیک انتقال ژن با چالش‌های زیادی روبه‌رو است. محققان باید روش‌هایی پیدا کنند تا کریسپر به‌طور مؤثر در بافت‌های بدن یک فرد کار کند.

یکی از مهم‌ترین ریسک‌های کریسپر که به‌وفور درباره‌ی آن بحث می‌شود، آنزیم Cas9 است. این آنزیم باید قسمت خاصی از توالی DNA را برش دهد، اما ممکن است در قسمت‌های دیگری از ژنوم هم شکاف ایجاد کند که می‌تواند به جهش‌های ژنتیکی و افزایش احتمال ابتلا به سرطان منجر شود. محققان به‌دنبال این هستند که دقت کریسپر را افزایش دهند.

کریسپر-کس ۹ توانایی بالایی برای درمان طیف وسیعی از بیماری‌های دارای زمینه ژنتیکی مانند سرطان، هپاتیت ب، کلسترول بالا و غیره را دارد. بسیاری از ابزارهای دیگر برای اصلاح ژن در ژنوم سلول‌های سوماتیک بکار برده می‌شدند درحالی‌که این سیستم در مورد اصلاح ژن در سلول‌های زایشی نیز کاربرد دارد. اهمیت اصلاح ژن در سلول‌های زایشی در این است که تغییر در ژن آن‌ها به نسل‌های آینده نیز منتقل می‌شود که این مسئله دارای پیامدهای اخلاقی مهم می‌باشد.

انجام اصلاح ژنی در سلول‌های زایشی در حال حاضر در انگلستان و در بیشتر دیگر کشورها غیرقانونی می‌باشد. در مقابل، استفاده از کریسپر-کس ۹ و دیگر تکنولوژی‌ها برای ایجاد ویرایش ژن دارای مناقشه است. درواقع در حال حاضر برای درمان بیماری‌های انسانی در موارد خاص و یا مواردی که زندگی‌شان در خطر بوده است استفاده شده‌است.



دانشجوی تحصیلات تکمیلی هانا راتنر و همکارانش دریافتند که نقش Cas9، در دفاع از فاژ در انواع مختلف باکتری‌ها شناخته‌شده است، همچنین ژن‌های مرتبط با ویروس در *F. novicida* را تنظیم می‌کند.

۵- آینده کریسپر-کس ۹

بیشتر تحقیقات هنوز بر روی مدل‌های حیوانی یا سلول‌های جدا شده از انسان متمرکز است با این هدف که در نهایت از این تکنولوژی برای درمان بیماری در انسان استفاده شود. کارهای زیادی برای از بین بردن اثرات خارج از هدف این سیستم وجود دارد؛ به‌این معنا که کریسپر-کس ۹ می‌تواند قسمت دیگری از ژن که هدف نیست را برش دهد.



• دانشمندان برای یافتن راهی که کریسپر-کس ۹ به‌درستی متصل و قطعه را برش دهد کار می‌کنند که دو راه موجود است:

۱- طراحی بهتر و اختصاصی RNA های راهنما بر اساس اطلاعات توالی DNA موجود و رفتارهای غیر هدف RNA راهنما که می‌تواند به توالی‌های غیر هدف متصل شود.

۲- استفاده از آنزیم کس ۹ که فقط یه رشته از DNA را برش

- YIN, K., HAN, T., LIU, G., CHEN, T., WANG, Y., YU, A. Y. L. & LIU, Y. 2015. A geminivirus-based guide RNA delivery system for CRISPR/Cas9 mediated plant genome editing. *Scientific reports*, 5, 14926. <http://bio1.ir/blag/biotech/201-crispr.html>
- Whitworth, K.M. et al. Gene-edited pigs are protected from porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Nat. Biotechnol.* 34, 20–22 (2016). <http://tragene.strc.ac.ir/index.php/scientific-blog/209-what-is-crispr>
- Carlson, D.F. et al. Production of hornless dairy cattle from genome-edited cell lines. *Nat. Biotechnol.* 34, 479–481 (2016). https://news.emory.edu/stories/2019/07/weiss_cas9_virulence_molcell/index.html
- Peng, J. et al. Production of human albumin in pigs through CRISPR/Cas9-mediated knockin of human cDNA into swine albumin locus in the zygotes. *Sci. Rep.* 5, 16705 (2015).
- Ricroch, A.E. & Hénard-Damave, M.C. Next biotech plants: new traits, crops, developers and technologies for addressing global challenges. *Crit. Rev. Biotechnol.* 36, 675–690 (2016).
- Li, Z. et al. Cas9-guide RNA directed genome editing in soybean. *Plant Physiol.* 169, 960–970 (2015).
- Selle, K. & Barrangou, R. CRISPR-based technologies and the future of food science. *J. Food Sci.* 80, R2367–R2372 (2015).
- Barrangou, R. et al. Genomic impact of CRISPR immunization against bacteriophages. *Biochem. Soc. Trans.* 41, 1383–1391 (2013).
- Barrangou, R. & Horvath, P. CRISPR: new horizons in phage resistance and strain identification. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 3, 143–162 (2012).
- van Pijkeren, J.P. & Britton, R.A. Precision genome engineering in lactic acid bacteria. *Microb. Cell Fact.* 13 (Suppl. 1), S10 (2014).
- Long C, Amoasii L, Mireault AA, McAnally JR, Li H, Sanchez-Ortiz E, Bhattacharyya S, Shelton JM, Bassel-Duby R, Olson EN. Postnatal genome editing partially restores dystrophin expression in a mouse model of muscular dystrophy. *Science*. 2015 Dec 31. pii: aad5725. PubMed PMID 26721683
- ALI, Z., ABUL-FARAJ, A., PIATEK, M. & MAHFOUZ, M. M. 2015. Activity and specificity of TRV-mediated gene editing in plants. *Plant signaling & behavior*, 10, e1044191.
- FAUSER, F., SCHIML, S. & PUCHTA, H. 2014. Both CRISPR/Cas-based nucleases and nickases can be used efficiently for genome engineering in *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Journal*, 79, 348–359.
- HILBECK, A., MEIER, M., RÖMBKE, J., JÄNSCH, S., TEICHMANN, H. & TAPPESER, B. 2011. Environmental risk assessment of genetically modified plants-concepts and controversies. *Environmental Sciences Europe*, 23, 13.
- TOHIDFAR, M. & KHOSRAVI, S. 2015. Transgenic crops with an improved resistance to biotic stresses. A review. *BASE*.
- WOO, J. W., KIM, J., KWON, S. I., CORVALÁN, C., CHO, S. W., KIM, H., KIM, S.-G., KIM, S.-T., CHOE, S. & KIM, J.-S. 2015. DNA-free genome editing in plants with preassembled CRISPR-Cas9 ribonucleoproteins. *Nature biotechnology*, 33, 1162.
- XING, H.-L., DONG, L., WANG, Z.-P., ZHANG, H.-Y., HAN, C.-Y., LIU, B., WANG, X.-C. & CHEN, Q.-J. 2014. A CRISPR/Cas9 toolkit for multiplex genome editing in plants. *BMC plant biology*, 14, 327.
- XU, R.-F., LI, H., QIN, R.-Y., LI, J., QIU, C.-H., YANG, Y.-C., MA, H., LI, L., WEI, P.-C. & YANG, J.-B. 2015. Generation of inheritable and "transgene clean" targeted genome-modified rice in later

تغییر اقلیم و تأثیر آن بر رشد و نمو گیاهان زراعی

غذا از جمله نیازهای بنیادی جامعه بشری است که تأمین آن در مقوله امنیت غذایی نهفته است. بنا بر تعریف سازمان ملل، امنیت غذایی عبارت است از دسترسی همه مردم در تمام اوقات به غذای کافی، سالم و مغذی به منظور داشتن زندگی سالم و فعال می‌باشد و تأمین امنیت غذایی برای جامعه یکی از اهداف کلان برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و اجتماعی است.

سازمان فائو با توجه به چشم‌انداز امنیت غذایی، تولید مواد غذایی در قرن حاضر را با مشکلاتی پیش‌بینی نموده است. چالش‌های پیش‌روی دستیابی به امنیت غذایی در جهان شامل افزایش جمعیت، پدیده تغییر اقلیم، تخریب خاک (فرسایش، شور شدن، تخلیه مواد آلی و عدم تعادل عناصر غذایی)، کاهش منابع آبی و آب قابل‌دسترس، رقابت بر سر زمین‌های زراعی برای شهرسازی و مصارف غیر کشاورزی می‌باشند. بی‌تردید، در میان این چالش‌ها، پدیده تغییر اقلیم یکی از مهم‌ترین مشکلات تولید محصولات کشاورزی و دستیابی به امنیت غذایی محسوب می‌شود و به شدت مناطق مختلف جهان از جمله مناطق خشک و نیمه‌خشک را تحت تأثیر قرار می‌دهد.



شکل ۱- چالش‌های پیش‌روی تأمین امنیت غذایی

ثریانوید^۱

دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی

دانشگاه تهران



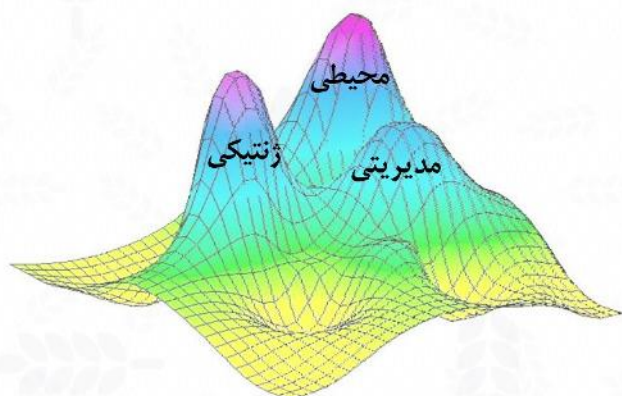
1. navid.sorayya@yahoo.com

اثرات تغییر اقلیم در برخی مناطق به‌ویژه کشورهای واقع در عرض‌های بالایی می‌تواند مثبت باشد، در حالی که این اثرات برای مناطق واقع در عرض‌های جغرافیایی میانی که ایران هم جزء آن می‌باشد، عمدتاً اثر منفی روی عملکرد محصولات کشاورزی می‌گذارد.

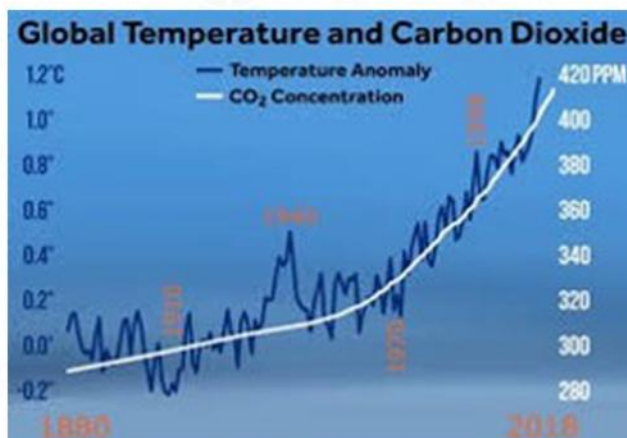
در سه دهه گذشته تغییرات اقلیمی ناشی از تجمع گازهای گلخانه ای که خود باعث تغییراتی در پراکنش و مقدار نزولات جوی و دمای محیط شده، مورد توجه دانشمندان قرار گرفته است.

مقدار گازهای گلخانه‌ای از جمله دی‌اکسید کربن به دلیل فعالیت‌های مختلف انسانی در سه دهه‌ی گذشته با شتاب بیشتری نسبت به قرون گذشته افزایش نشان داده است. میزان گاز کربنیک از ۲۸۰ پی پی‌ام از قبل از دوران صنعت به ۴۲۰ پی پی‌ام در سال ۲۰۱۸ رسیده است.

پایین دی‌اکسید کربن قرار می‌گیرد.



شکل ۳- عوامل مؤثر بر رشد و نمو گیاهان زراعی



شکل ۲- تغییرات جهانی غلظت دی‌اکسید کربن و درجه حرارت

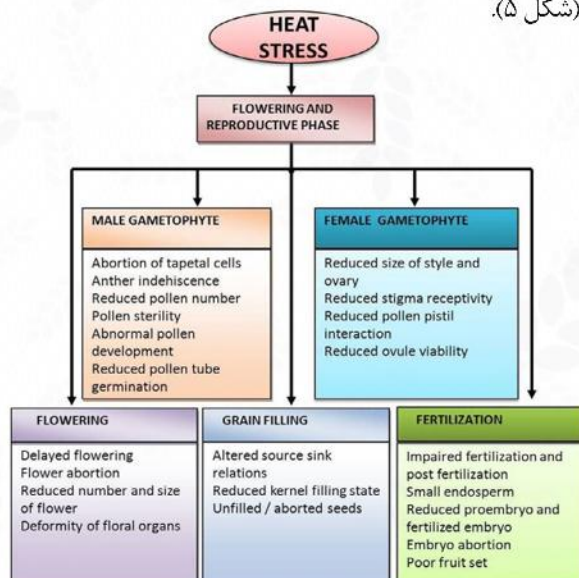
غلظت دی‌اکسید کربن در اتمسفر به‌طور متوسط تا ۵۰ سال آینده در خوش‌بینانه‌ترین به ۴۵۰ پی‌پی‌ام خواهد رسید که استفاده گسترده از سوخت‌های فسیلی و از بین بردن جنگل‌ها از مهم‌ترین دلایل این افزایش به‌شمار می‌آیند. افزایش غلظت دی‌اکسید کربن و نیز سایر گازهای گلخانه‌ای از طریق جذب بیشتر تابش طول موج بلند که از زمین گسیل می‌شود، باعث ایجاد تغییرات اقلیمی شامل افزایش دما و به‌تبع آن تغییر الگوی بارندگی و تابش خورشیدی می‌شود.

رشد، نمو و عملکرد گیاهان زراعی تحت تأثیر خصوصیات اقلیمی، ژنتیکی و مدیریتی گیاه است (شکل ۳). دسترسی به نور، آب، دما، مواد غذایی و پویایی گیاه در جذب دی‌اکسید کربن و تبدیل آن به ماده خشک و توزیع آن به بخش‌های مختلف



شکل ۴- جنبه‌های اصلی تغییر اقلیم

تغییر در الگوی بارشی و تغییر در الگوی زیستی نیز دو جنبه مهم دیگر تغییر اقلیم است که با ایجاد تنش‌های زیستی اثراتی روی رشد گیاهان خواهد داشت. تأثیر بارندگی بر رشد و عملکرد گیاهان را می‌توان در دو حالت مختلف شامل تأثیر آن روی وقوع خشکسالی و ایجاد حالت تنش خشکی بر گیاه از یک‌سو و وقوع بارش زیاد و ایجاد حالت غرقابی و تنش ماندابی ناشی از آن از سویی دیگر مورد مطالعه قرار داد. تنش خشکی با تحت تأثیر قرار دادن فاکتورهای مختلف مؤثر بر رشد گیاه نظیر تبخیر - تعرق، میزان رطوبت خاک قابل‌دسترس گیاه، توزیع ریشه و میزان شاخص سطح برگ گیاه می‌تواند کاهش در میزان عملکرد را با خود به همراه داشته باشد. از اثرات جانبی تنش خشکی روی گیاه نیز می‌توان به بسته شدن روزنه‌های گیاه و متعاقب آن کاهش میزان ورود دی‌اکسید کربن به گیاه و در نتیجه کاهش میزان فتوسنتز اشاره نمود که در نهایت باعث کاهش عملکرد گیاه خواهد شد.



شکل ۵- تأثیر تنش گرمایی بر مراحل فنولوژیک گیاهان زراعی

راه کارهای سازگاری (Adaptation) و تخفیف (Mitigation) جهت کاهش اثرات منفی تغییر اقلیم

از آنجایی که تولید محصولات زراعی مستقیماً به شرایط اقلیمی وابسته است، کشاورزی یکی از اولین بخش‌هایی است که تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار می‌گیرد. اگرچه کشاورزان قادر نیستند شرایط اقلیمی را کنترل کنند ولی مدیریت و تغییر در فاکتورهایی چون آبیاری، خاک، رقم، فعالیت‌ها و تکنولوژی‌های مورد استفاده در کاشت محصولات زراعی می‌تواند در کاهش اثرات منفی تغییر اقلیم بر رشد، نمو و عملکرد محصولات کشاورزی نقش به سزایی داشته باشد.

سازگاری و تخفیف دو روش شناخته شده برای کاهش اثرات منفی تغییر اقلیم می‌باشند. استراتژی‌های تخفیف به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق فعالیت‌های مدیریتی مختلف از قبیل کاهش کارکرد کودهای شیمیایی، مکانیزاسیون، افزایش ترسیب کربن، کشت و کار گیاهان زراعی با هدف تولید سوخت‌های زیستی، حرکت به سمت کشاورزی ارگانیک و غیره اشاره دارد. منظور از سازگاری نیز استراتژی‌هایی است که رشد و نمو گیاه طوری تنظیم شود که کمتر در معرض تغییرات اقلیمی قرار گیرد.

تنش ماندابی نیز که در اثر بارش شدید با وقوع سیل اتفاق می‌افتد، می‌تواند با کاهش میزان اکسیژن در ناحیه توسعه ریشه، سبب کاهش تنفس گیاه و کاهش فعالیت ریشه و نیز تسریع در روند پیر شدن ریشه و در نهایت مرگ گیاه گردد. همچنین تنش ماندابی سبب کاهش میزان جذب آب توسط ریشه گردیده و بنابراین همانند تنش خشکی سبب کاهش در میزان عملکرد گیاه می‌گردد. تأثیر تغییر اقلیم بر کشاورزی تنها محدود به افزایش متوسط مقادیر درجه حرارت و بارش نمی‌شود، چنان‌که فراوانی و شدت تغییر پارامترهای هواشناسی در فصل رشد از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد که بدون تردید درجه حرارت هوا مهم‌ترین پارامتر هواشناسی است که فرایندهای مختلف رویشی و زایشی گیاهان را تحت کنترل دارد. درجه حرارت اصلی‌ترین عامل محیطی کنترل‌کننده بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیک گیاهان از جمله فتوسنتز و تنفس بوده و علاوه بر این نمو گیاهان که اصلی‌ترین مرحله آن گل‌دهی می‌باشد نیز توسط درجه حرارت محیط تنظیم می‌شود.

در حالت کلی، افزایش درجه حرارت تا یک حد بهینه با افزایش سرعت رشد و توسعه گیاه توأم بوده، اما اگر درجه حرارت فراتر از حد آستانه گیاه شود (تنش گرمایی)، رشد گیاه روند کاهشی به خود می‌گیرد و در چنین شرایطی عملکرد گیاهان احتمالاً به علت کوتاه شدن سیکل فنولوژیک در گیاه یا تسریع مراحل فنولوژیک، افزایش سرعت تنفس شبانه، کاهش جذب مواد غذایی، افزایش احتمال ناباروری سنبلیچه،

توسعه‌ی روش‌های مدل‌سازی روشی جایگزین مناسب و کم هزینه برای این نوع مطالعات است که در حال حاضر مورد توجه محققین قرار گرفته است. مدل‌های گردش عمومی ابزار مناسب و درعین حال دقیقی برای پیش‌بینی شرایط اقلیمی آینده بوده و داده‌های لازم برای اجزای مدل‌های شبیه سازی رشد و نمو محصولات زراعی تحت شرایط تغییر اقلیم را فراهم می‌کنند؛ بنابراین با در اختیار داشتن اطلاعات خروجی از مدل‌های رشد گیاهان زراعی می‌توان فرآیندهای مرتبط با تغییر اقلیم را با سرعت زیاد و هزینه کمتر پیش‌بینی نمود. با این حال این مطالعات در ایران با سابقه چندانی برخوردار نیست و اطلاعات اندکی در مورد پاسخ محصولات زراعی به شرایط اقلیمی آینده ایران در اختیار می‌باشد.

مدل‌سازی گیاهان زراعی یکی از شاخه‌های زراعت و فیزیولوژی گیاهان زراعی است که تاریخچه پیدایش بسیاری از مدل‌های زراعی به دهه ششم قرن بیستم و پس از آن برمی گردد. مدل‌ها در حقیقت شمایی ساده‌شده از سیستم‌های واقعی هستند و بسیار شبیه به آن‌ها عمل می‌نمایند. مدل‌های زراعی به‌طور قابل ملاحظه‌ای موجب افزایش درک کشاورزان و متخصصان از روابط موجود میان گیاه زراعی و محیط پیرامون و کمک به اتخاذ راهکارهای مدیریتی مناسب هستند. شبیه‌سازی نیز، رشد، نمو و عملکرد گیاهان زراعی را پیش‌بینی می‌کند و برای انجام مطالعات مختلف از جمله انتخاب گیاه و رقم مناسب برای یک منطقه، تعیین خصوصیات مطلوب گیاهی، تعیین بهترین مدیریت زراعی، پیش‌بینی اثر تنوع و تغییر اقلیم بر رشد و عملکرد محصول و تخمین عملکرد بالقوه استفاده می‌شوند.

بنابراین در سیستم‌های کشاورزی با توجه به این که عملکرد و بهره‌وری گیاهان بسته به شرایط محیطی و عوامل آب و هوایی متفاوت است لذا مدل‌های مختلفی برای تشخیص شکاف عملکردی و بهینه‌سازی پتانسیل تولید توسعه یافته‌اند.

از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل‌های APES, APSIM, CERES, CROPGRO, CropSyst, DAISY, DSSAT, EPIC, FASSET, HERMES, RZWQM, STICS, SWAP, SOYGRO و WOFOST می‌توان اشاره کرد که برخی از آن‌ها از جمله مدل پر قدرت استرالیایی APSIM قادر است وضعیت یک مزرعه را از نظر شرایط خاکی و گیاهی با جزئیات مناسب شبیه‌سازی نماید و رشد و نمو بیش از ۲۰ گیاه متفاوت را شبیه‌سازی کند و شامل زیر مدل‌های اختصاصی برای گندم، ذرت، سورگوم، ارزن،

راهکارهای سازگاری بسته به سیستم کشاورزی، منطقه و سناریوهای غیراقلیمی متفاوت می‌باشد. از جمله این استراتژی‌ها می‌توان به تغییر تاریخ کاشت، تراکم کاشت، انتخاب رقم مناسب، زراعت حفاظتی، استفاده از بقایای گیاهی به عنوان مالچ و غیره اشاره نمود.



روش‌های مطالعه تغییر اقلیم و تأثیر آن بر رشد و نمو گیاهان زراعی

با توجه به اهمیت تغییر اقلیم و تأثیر آن بر رشد، نمو و عملکرد گیاهان زراعی ابزارهای متنوعی برای بررسی این اثرات توسعه یافته‌اند. یکی از معتبرترین و کم‌هزینه‌ترین ابزار جهت بررسی اثرات پدیده تغییر اقلیم بر سیستم‌های مختلف، استفاده از دانش مدل‌سازی است. آزمایش‌های انجام‌شده در محیط‌های کنترل‌شده، اطلاعات ارزشمندی در مورد تأثیر افزایش درجه حرارت و غلظت دی‌اکسید کربن بر رشد گیاهان و فرآیندهای نمو را ایجاد کرده است، ولی این مطالعات بسیار پرهزینه بوده و اجرای آن‌ها به ابزار دقیق بستگی دارد.

روش‌های مطالعه اثرات تغییرات اقلیمی بر رشد، نمو و عملکرد گیاهان زراعی

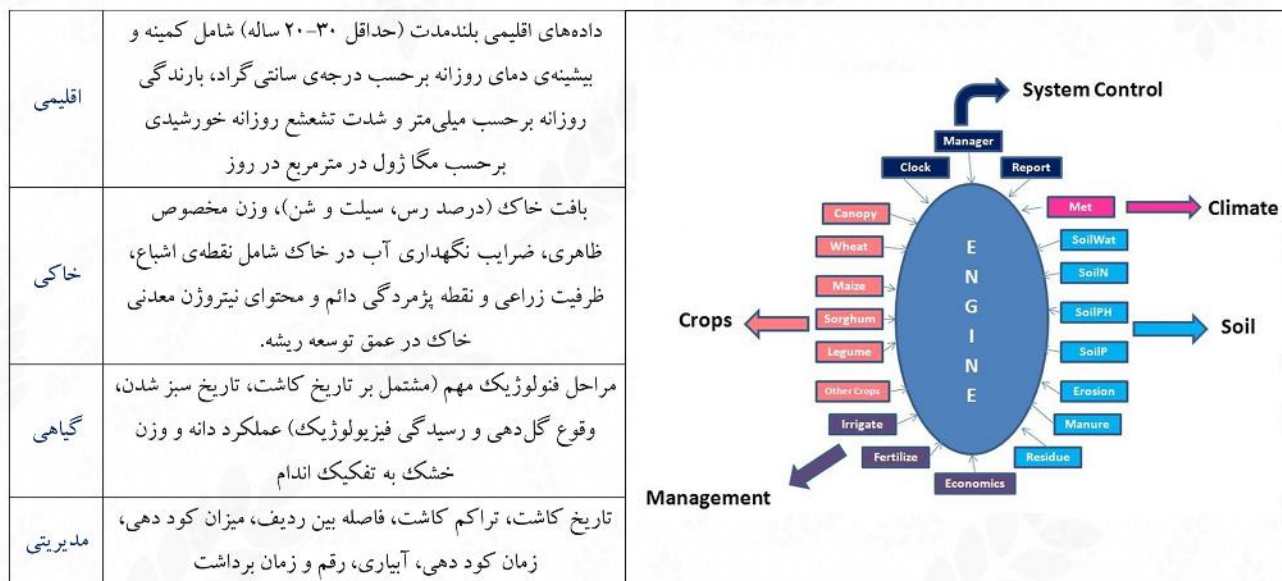
- داده‌های تجربی

استفاده از آزمایش‌های کنترل‌شده که مستلزم داشتن امکانات ویژه و صرف هزینه‌های سنگین.

- مدل‌های شبیه‌سازی رشد محصول (فرآیند گرا)

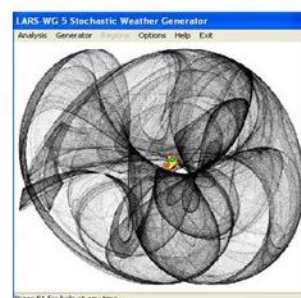
بیان مفاهیم به صورت کمی، جلوگیری از تکرار برخی آزمایش‌ها و صرفه‌جویی در وقت و هزینه.

لگوم‌های دانه‌ای متنوع، آفتاب‌گردان، کتان، چغندر قند و یونجه می‌باشد. این مدل‌ها ابزاری کارآمد برای آزمون فرضیه‌هایی هستند که آزمایش آن‌ها در سیستم‌های زراعی واقعی ممکن است سال‌ها به طول بینجامد. در دهه‌های اخیر مطالعات زیادی در مورد اثر تغییر اقلیم بر کشاورزی و تولید گیاهان زراعی در سطح دنیا انجام شده که در بسیاری از این مطالعات، ترکیبی از مدل‌های گیاه زراعی و مدل‌های اقلیمی استفاده شده است، بنابراین در مدل‌سازی لازم است تا علوم مختلف (بیولوژی، فیزیک، شیمی، اقتصاد و ریاضی) با یکدیگر تلفیق شده تا بتوان اثرات متقابل بین جنبه‌های مختلف فیزیکی (آب‌وهوا، تشعشع و رطوبت خاک)، شیمیایی (غلظت CO₂ و عناصر غذایی) و بیولوژیک (آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز و سایر گیاهان موجود در جامعه) سیستم طبیعی را کمی کرد.



جدول ۱ ورودی‌های مدل‌های اقلیمی و زراعی

از جمله راه‌های مطالعه و پیش‌بینی تغییرات اقلیم نیز استفاده از مدل‌های گردش عمومی جو (GCM) می‌باشد، این مدل‌ها سه‌بعدی بوده و قادرند سیستم اقلیمی را با لحاظ نمودن اکثر فرآیندها در مقیاس جهانی و یا قاره‌ای شبیه‌سازی کنند. مدل‌های گردش عمومی جو بر پایه قوانین فیزیکی که به وسیله روابط ریاضی ارائه می‌شوند، استوار هستند.



تاکنون مدل‌های گردش عمومی مختلفی در مراکز مختلف تحقیقاتی تدوین و طراحی شده است. از آن جمله می‌توان به مدل‌های CCSR-NIES، CGCM2، CSIRO MK2، ECHAM۴، OPYC3، GFDL R30، HadCM3، CNRM-CM4 و GISS-E-R، IPSL-CM4 اشاره کرد که با نرم‌افزارهای اقلیمی LARS و MarkSim قابل اجرا هستند.



- Fallon, P. and Betts, R. 2010. "Climate impacts on European agriculture and water management in the context of adaptation and mitigation-The importance of an integrated approach." *Science of the Total Environment* 408: 5667-5687.
- Holzworth, D. Huth, N. Devoil, P. Zurcher, E. Herrmann, N. Mclean, G. Chenu, K. and Keating, B. 2014. "APSIM-evolution towards a new generation of agricultural systems simulation." *Environmental Model Software*, 62: 327-350.
- IPCC. 2014. "Climate change: Synthesis report. In: Pachauri, R.K. and Meyer, L.A. (EDS). Contribution of working groups. I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change." IPCC, Geneva. P, 151.
- Lal, R. 2013. "Food security in a changing climate." *Ecohydrology and Hydrobiology* 13: 8-12.
- Luo, Q. 2011. "Temperature thresholds and crop production: a review." *Climate Change* 109(3): 583-598.
- Manshadi, A.Soufizadeh, S. and Deihimfard, R. 2010. "The role and importance of crop modeling in improving crop production in Iran." In: proceeding 11th Iranian Crop Science Congress. July 24-26. Tehran, Iran pp. 234-247.
- Reidsma, P. Ewert, F., Lansink, A. O. and Leemans, R. 2010. "Adaption to climate change and climate variability in European agriculture: The importance of farm level responses." *European Agronomy Journal* 32: 91- 102.
- Rosenzweig, C. and Tubiello, F.N. 2007. "Adaptation and mitigation strategies in agriculture: an analysis of potential synergies." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 12: 855-873.
- Tingem, M. and Rivington, M. 2009. Adaption for crop agriculture to climate change in Cameroon: Turning on the heat. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. Climate Change*, 14: 153-168.
- Uyttendaele, M., Boeck, E.D., and Jacxsens, L. 2016. "Challenges is food safety as part of food security: lessons learnt on food safety in a globalized world." *Procedia Food Science* 6: 16-22.

استفاده از آب‌های خاکستری در کشاورزی

کشور ایران با متوسط بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر، یک‌سوم متوسط بارندگی جهان را داشته و بر اساس گزارش فائو حدود ۹۰ درصد از مساحت آن در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد. بروز خشکسالی‌های متعدد در سال‌های اخیر، محدودیت منابع آبی در کشور، کم بودن نزولات آسمانی و پراکنش زمانی و مکانی نامناسب آن از واقعیت‌های غیرقابل اجتناب تولید محصولات زراعی ایران است و کمبود آب در ایران یکی از عوامل محدودکننده اصلی توسعه فعالیت‌های اقتصادی در دهه‌های آینده به‌شمار می‌رود.

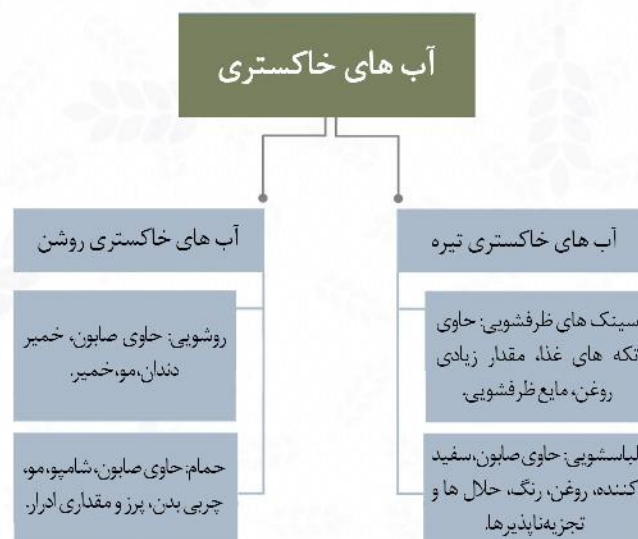
با توجه به رشد جمعیت در ایران و افزایش مصرف آب، سرانه‌ی منابع آب تجدیدشونده که در سال ۱۳۳۵، سالانه ۷۰۰۰ مترمکعب بود، در پایان سال ۱۳۹۵ به ۱۶۳۰ مترمکعب به ازای هر نفر در سال کاهش یافته و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۱۴۱۰ به حدود ۱۵۵۰ مترمکعب به ازای هر نفر در سال تقلیل یابد که خیلی پایین‌تر از مرز بحران آبی (۱۰۰۰ مترمکعب به ازای هر نفر در سال) است. با مراجعه به تقسیم‌بندی سازمان ملل متحد، در سال مزبور ایران نه‌تنها شرایط تنش و فشار ناشی از کمبود آب را تجربه خواهد کرد، بلکه وارد شرایط کم‌آبی شدید نیز می‌شود؛ بنابراین ضرورت ایجاد آمادگی در مقابله با چنین پدیده‌هایی، انجام تحقیقات در زمینه روش‌های جدید تأمین آب موردنیاز گیاهان و فشار کمتر بر منابع آبی موجود را ضروری می‌سازد.

مجموعه اقداماتی که تا کنون در کشور در ارتباط با تأمین آب کشاورزی انجام‌شده، عمدتاً در زمینه مدیریت تولید و عرضه آب بوده است و توجه کمتری به مدیریت مصرف آب شده است. امروزه استفاده مجدد از آب‌های خاکستری یک منبع جایگزین مناسب است که می‌توان برای مصارف متعددی از آن استفاده نمود. آب‌های خاکستری شامل پساب‌های خانگی منهای توالت می‌باشد. پساب حاصل از حمام آب خاکستری روشن و پساب حاصل از آشپزخانه و لباسشویی آب خاکستری تیره نامیده می‌شود. منابع و محتویات آب‌های خاکستری در شکل ۱ نشان داده شده است.

سحر افزلی^۱

دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی

دانشگاه تهران



شکل ۱- منابع آب‌های خاکستری و محتویات آن‌ها

1. afzali.1391@yahoo.com

ساده‌ترین روش استفاده از آب خاکستری، به‌کارگیری آب خاکستری لباسشویی و دوش حمام برای آبیاری دستی گیاهان است. در این روش، درختان و گیاهان به‌صورت دستی با سطل و ... با رعایت شاخص‌های سلامتی و بهداشتی آبیاری می‌شوند (شکل ۲).

این روش تنها در مناطق دورافتاده روستایی و کشورهای بسیار فقیر جهان بکار می‌رود. این روش، روش چندان مناسبی نیست ولی ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش برای استفاده از آب خاکستری است و در مواقعی که باغبان با محدودیت بسیار زیاد آب مواجه است کاربرد دارد. توصیه می‌شود از این روش برای آبیاری میوه و سبزیجات استفاده نشود و تنها برای آبیاری درختان غیر مثمر مورد استفاده قرار گیرد.

۲۰. مخزن جمع‌آوری: محل جمع‌آوری و ذخیره آب که به‌طور موقت مقدار زیادی از آب خاکستری را در خود نگه می‌دارد.

۳. فیلتر: ابزاری است که به‌منظور خارج کردن ذراتی که باعث گرفتگی در سیستم آبیاری می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴. پمپ: برای انتقال آب از مخزن جمع‌آوری به سیستم آبیاری استفاده می‌شود.

۵. سیستم آبیاری: مجموعه‌ای از تجهیزات که برای آبیاری گیاهان توسط آب خاکستری ساخته می‌شود.



شکل ۳ یک سیستم جمع‌آوری و توزیع آب خاکستری



شکل ۲ آبیاری با آب خاکستری تصفیه نشده

روش آبیاری گیاهان با آب‌های خاکستری کاملاً به نوع تصفیه آن بستگی دارد، آب خاکستری تصفیه نشده با سطل، تصفیه‌ی اولیه آب خاکستری با روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و در صورت تصفیه‌ی ثانویه آب خاکستری می‌توان از آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و سطحی استفاده نمود. آبیاری زیرسطحی آب خاکستری به‌منظور جلوگیری از هدر رفتن آب از طریق باد، تبخیر و رواناب می‌باشد. این روش به‌منظور کاهش تماس انسان و همچنین کاهش خطرپذیری سلامت عمومی در نظر گرفته شده است. در خاک‌های ماسه‌ای باید با اضافه کردن خاک‌های مناسب، ساختار خاک بهبود یابد تا آب خاکستری در محدوده‌ی ریشه گیاه باقی بماند.

۱. سیستم جمع‌آوری: از یکسری شیرآلات و لوله تشکیل شده و به‌منظور انتقال آب خاکستری به بیرون خانه طراحی می‌شود.

اما به‌طور کلی آب خاکستری باید قبل از استفاده مجدد تصفیه شود، زیرا حاوی مقدار زیادی چربی و مواد پاک کننده است. روش‌های مورد استفاده برای تصفیه آب‌های خاکستری شامل روش فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی با ترکیبی از این روش‌ها می‌باشد. بعد از تصفیه آب خاکستری می‌توان از آن برای آبیاری گیاهان و درختان استفاده نمود. سیستم جمع‌آوری و استفاده از آب خاکستری دارای بخش‌های زیر است (شکل ۳).

گیاهان سازگار با آب خاکستری

نتیجه‌گیری

درصد خیلی کمی از گیاهان با آب خاکستری سازگار نیستند. با توجه به اینکه مناطقی از ایران به خصوص قسمت‌های شرقی، مرکزی و جنوب ایران هرچند سال یکبار با خشکسالی مواجه می‌شوند، جمع‌آوری آب خاکستری خانه‌ها و استفاده مجدد از آن در آبیاری باغات، باعث می‌شود که خسارت مالی ناشی از خشکسالی، به حداقل برسد. از مزایای آبیاری گیاهان سایه دوست و اسیدی توصیه نمی‌شود. گیاهان ناسازگار با آب خاکستری عبارت‌اند از: بنفشه، حنا، سرخس، یاسمن، شیپوری و پامچال گیاهانی نیز که آب خاکستری آن‌ها را تقویت می‌کند، عبارت‌اند از: درخت خرما، زیتون، پسته و سرو.

فواید تصفیه آب خاکستری

منابع:

* صرفه‌جویی قابل توجه در حجم آب مصرفی و بازیافت بهینه آب مصرف شده.
* افزایش ۵۰ درصدی ظرفیت آبیاری بدون صرف هزینه‌های اضافی.
* کاهش فشار به منابع آبی.
* صرفه‌جویی در مصرف انرژی و مواد شیمیایی.
* کاهش ورود فاضلاب‌ها به سیستم فاضلاب شهری و کاهش استفاده از مواد شیمیایی برای تصفیه.

* گلکاریزیدی، ح.؛ طاووسی، م.؛ و شاهی‌گیو، ع.ر. ۱۳۹۶. بررسی روش‌های مناسب اقتصادی تصفیه و استفاده کشاورزی از پساب خاکستری در مناطق روستایی خراسان جنوبی روش کواگولاسیون، سومین کنفرانس سالانه بین‌المللی عمران، معماری و شهرسازی، شیراز، موسسه عالی علوم و فناوری خوارزمی.

توجه به نکات زیر هنگام بهره‌برداری و استفاده از آب خاکستری حائز اهمیت است

* آب خاکستری آشامیدنی نیست.
* آب خاکستری را نباید روی قسمت‌های مختلف گیاه اسپری نمود.
* آب خاکستری را نباید ذخیره کرد و بین مقدار آب خاکستری تولیدی و میزان مصرف آن در مزارع باید توازن برقرار نمود.
* آب خاکستری داغ نباید وارد زمین‌های کشاورزی شود.
* قبل از کاربرد آب خاکستری باید شرایط لازم برای خاک فراهم شود و مقدار کود مناسب در خاک استفاده شود.

- Al-Hamaiedeh, H. and M. Bino. "Effect of treated grey water reuse in irrigation on soil and plants." Desalination 256.1 (2010): 115-119.
- Grey water Management in Low and Middle-Income Countries 2006. Department of Water and Sanitation in Developing Countries, (Water and Sanitation in Developing Countries) at Eawag (Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology)

اصلاح یا مدرن؟!

زهره شوکتی اسعد^۱

فارغ التحصیل 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 ژنوتیپ‌های 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 تجزیه و تحلیل 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 بر مبنای 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 و کار مکانیزه.

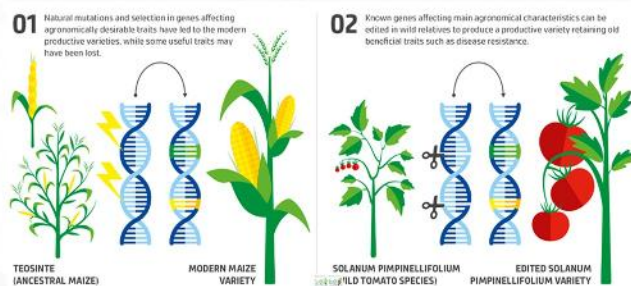
در یک برنامه اصلاحی اطلاع از وراثت و همبستگی صفات مورد مطالعه ضروری بوده و ایجاد تنوع مصنوعی و انتخاب افراد برتر از اصول اصلاح محسوب می‌گردد. برای اصلاح گیاهان زراعی بررسی وجود تنوع ژنتیکی اولین مرحله در اصلاح گیاهان زراعی می‌باشد. در بعضی از گیاهان زراعی مهم از قبیل گندم و ذرت از تنوع ژنتیکی موجود در طبیعت بیشترین میزان استفاده انجام شده است به‌طوری‌که میزان تنوع ژنتیکی مورد نیاز برای اصلاح این گیاهان برای صفات و ویژگی‌های جدید کاهش یافته است. به همین دلیل در مهوروموم‌های 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 می‌دانند و به کمک روش‌های بیولوژی مولکولی نظیر RFLP, SSR, RAPD و... می‌توان تنوع ژنتیکی را سریع‌تر و دقیق‌تر تجزیه و تحلیل کرد و علاوه بر آن گزینش را در سطح مولکولی انجام داد.



مهندسی ژنتیک و اصلاح نباتات

اصلاح نباتات کلاسیک سبب پیشرفت قابل توجهی در زمینه

1. Zohre_shokati@yahoo.com



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 مورد استفاده کشاورزان است. این ارقام پر محصول و سازگار گاهی به علت بروز مشکلاتی از قبیل یک بیماری خاص، حساسیت به آفات و یا محدودیت های زراعی از قبیل طول دوره رسیدگی طولانی از ارجحیت افتاده و کشاورزان تمایلی به کشت آنها ندارند و بنابراین از چرخه تولید خارج می شوند. اصلاح نباتات موتاسیونی با رفع این محدودیت می تواند یک گام روبه جلو و کم هزینه باشد زیرا همان گونه که اشاره شد این ارقام سازگار بوده و در طی پروسه طولانی آزمایش های ناحیه ای عملکرد مورد ارزیابی قرار گرفته و معرفی شده اند. برای مثال برای ایجاد واریته هیبرید در برنج مثل سایر گیاهان مشکلاتی وجود دارد از جمله این مشکلات ایجاد لاین های نر عقیم و بازگرداننده باروری است. اخیراً به وسیله پرتو دهی با اشعه گاما واریته های نر عقیم 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 می رسد تنوع ژنتیکی حاصل از موتاسیون مصنوعی با تنوع حاصل از موتاسیون طبیعی یکسان باشد. به طور کلی دو عامل فیزیکی و شیمیایی در ایجاد موتاسیون دخالت دارند موتاژن های فیزیکی شامل اشعه ایکس، گاما، می باشد. اکثر اصلاحگران به این موتاژن ها دسترسی ندارند لذا عمدتاً از مواد شیمیایی استفاده می کنند.

گونه های گیاهی دارای ژنتیکی زیادی هستند که اصلاحگران در صدد استفاده از آنها است. گرچه در گذشته این تنوع صرفاً با بهره گیری از روش های سنتی اصلاح نباتات

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 بزرگ ترین عیب این تکنیک ها این است که بسیار زمان گیر هستند و فرصت زیادی برای تولید یک واریته جدید می طلبند مثلاً برای تولید یک واریته جدید گندم باید ۱۰ سال وقت صرف شود.

در صورتی که می توان این زمان را با استفاده از تکنیک های خاص مهندسی ژنتیک کاهش داد؛ اما این به مفهوم کوتاه بودن زمان معرفی یک واریته نیست بلکه دوره اصلاح آن کوتاه تر می گردد. البته در این روش لازم است چند سال زمان برای ارزیابی مزرعه ای گیاهان تراریخته صرف شود.

در اصلاح نباتات کلاسیک اکثر تلاقی ها درون گونه ای است و به ندرت تلاقی بین گونه ها و بین جنس ها امکان پذیر است، در حالی که از طریق مهندسی ژنتیک مدرن می توان بدون توجه به این موانع ژن ها را از هر گونه گیاهی و یا حتی ارگانیسم به گیاه انتقال داد. اصلاح نباتات با استفاده از روش های مهندسی ژنتیک نسبت به روش های سنتی مزیت های متعددی دارد، برای مثال اصلاح نباتات به روش سنتی بسیار وقت گیر بوده، در صورتی که می توان زمان به نژادی را با استفاده از روش های مهندسی ژنتیک کاهش داد. در روش های سنتی اکثر تلاقی ها درون گونه ای بوده و به ندرت تلاقی بین گونه ها و بین جنس ها امکان پذیر است، در روش های سنتی معمولاً به همراه ژن های مطلوب انتقال یافته، ژن های دیگری که با ژن مورد نظر پیوستگی دارند، نیز انتقال می یابند و در صورتی که این ژن ها دارای اثرات نامطلوبی باشند، حذف آنها از گونه گیاهی مشکل و یا غیرممکن است، اما در روش های مهندسی ژنتیک تنها ژن مطلوب جداسازی شده و انتقال می یابد. همچنین به کمک مهندسی ژنتیک می توان واریته ها و گیاهان مقاومی را تولید کرد که دسترسی به آنها از روش های معمول غیرممکن است. برای مثال با دست ورزی ژنتیکی، برنج طارم مولایی به کرم ساقه خوار برنج و بیماری های قارچی مانند شیت بلایت مقاوم شده است. صفت مقاومت به کرم ساقه خوار و بیماری شیت بلایت در هیچ از یک صدویست هزار رقم برنج نگهداری شده در موسسه بین المللی تحقیقات برنج وجود نداشته و اصلاح این ارقام زراعی با روش های سنتی امکان پذیر نمی باشد.

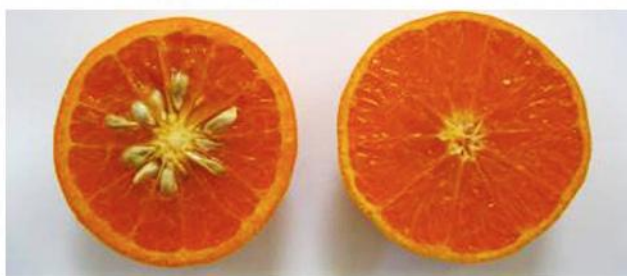
ریز ازدیادی از طریق کشت این ویترو جنبه مهمی از کاربردهای این تکنیک است که امروزه از آن در سطح وسیعی برای گونه‌های جنگلی، باغی و به‌ویژه گیاهان زینتی استفاده می‌شود. تکثیر کشت بافت به‌عنوان یک ابزار مهم در مهندسی ژنتیک و دست ورزی سلول‌های پذیرفته‌شده ژن خارجی استفاده می‌شود. تکنیک کشت سلولی این امکان 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 واریته‌های مهندسی‌شده را فراهم می‌نماید و یک روش مؤثر و کارا برای تولید مقادیر زیادی از گیاهان مهندسی‌شده است. گاهی اوقات در گیاه مورد مطالعه از نظر صفت مورد بررسی تنوع موجود ندارد و یا بسیار کم است حال می‌توان با استفاده از کشت بافت تنوع سوماتوکونی و یا گامتوکونی ایجاد نمود که این ممکن است از میلیون‌ها سلول مورد بررسی چند مورد دارای خصوصیات مفیدی از نظر اصلاحی را داشته باشند. تنوع سوماتوکونال عامل مهمی برای تغییر ژنتیکی در گیاهانی است که سیستم‌های بازایی گیاه از طریق کشت بافت در آن‌ها ایجاد شده است.

برای ایجاد لاین‌های 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 خودگشایی 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 از لحاظ تلاقی با یکدیگر ناسازگار هستند. (تلاقی‌های دور)

اصلاح نباتات مولکولی

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

مورد استفاده قرار می‌گرفت اما امروزه روش‌ها و فنون مدرنی در اختیار اصلاحگران است که به کمک آن‌ها می‌تواند 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 پرتغال‌های 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 دسترسی سلول‌ها در شرایط این ویترو می‌باشد در حالی انجام این پادماده در شرایط طبیعی کاری مشکل و غیرقابل کنترل 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 پرتوپلاست‌ها (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).

این جمعیت در شرایط محیطی مختلف (طول و عرض جغرافیایی، شوری، رطوبت و...) ارزیابی شده و بهترین ژرم پلاسِم هتروزیگوت برای اصلاح بیشتر انتخاب می گردد. اصلاح معکوس توسط حذف کراس آورهای میوزی و تثبیت کروموزومهای غیر نوترکیب در هاپلوئیدهای مضاعف هموزیگوت انجام می شود. این روش نه تنها تثبیت ژرم پلاسِم ناشناخته را امکان پذیر می سازد بلکه یک ابزار اصلاحی به منظور انجام جایگزینی کروموزومی در اختیار اصلاح کنندگان نبات قرار می دهد.



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 روش های مدرن و علوم روز برای اصلاح نباتات که به آن اشاره گردید، ممکن است کاملاً مطلوب به نظر برسد؛ اما همه ی ما دانش آموختگان کشاورزی با عنوانی به نام "اثر متقابل" آشنایی داریم و می دانیم که عموماً رسیدن به یک صفت موردنظر خواه مطلوب یا نامطلوب، باید برآیند چندین عامل را متصور شد. یا به عبارتی ممکن است طی

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

از روش های جدید در اصلاح نباتات مولکولی می توان به QTL، انتخاب ژنومی، نقشه یابی ارتباطی و... نام برد. به طور مثال انتخاب بر مبنای شناسایی و استفاده از مارکهای که به ژن های کنترل کننده ویژگی موردنظر پیوستگی دارند، می باشد. در صورتی که پیوستگی بین یک مارکر مولکولی و جایگاه ژنی صفات کمی (QTL) وجود داشته باشد، انتخاب صفات کمی بسیار کاراتر و سریع تر انجام می شود. از مارکهای مولکولی می توان علاوه بر MAS در شناسایی ژرم پلاسِم نیز استفاده کرد.

اصلاح معکوس

یکی از دیدگاه های مهم در اصلاح نباتات، این است که معمولاً هیبرید F1 از نظر اندازه، ویژگی های رشدی و عملکرد در مقایسه با والد های هموزیگوس خود برتر می باشد (پدیده هتروزیس). متأسفانه درک ضعیفی از مکانیسم های دخیل در هتروزیس وجود دارد و احتمالاً چند مکانیسم آن را کنترل می کنند. ماهیت تصادفی هتروزیس، بهینه سازی اثرات هتروزیس را مشکل می سازد.

در بسیاری از گیاهان زراعی بنیه هیبرید برای به دست آوردن واریته های با عملکرد بالا ضروری می باشد؛ اما یک ژنوتیپ هتروزیگوس نمی تواند به صورت پایداری از طریق بذر تکثیر شود، زیرا کروموزوم های والدینی قبل از رسیدن به نتاج، تفرق یافته و به صورت جدیدی آرایش می یابند. هتروزیگوس ها اگر به صورت جنسی تکثیر یابند ژنوتیپ مطلوب خود را از دست خواهند داد. ترکیب آلی مطلوب در هتروزیگوت منتخب، به دلیل تفرق صفات در نسل بعدی از بین می رود.

به این دلیل ایجاد روش هایی برای حفظ آسان ژنوتیپ های هتروزیگوت، یکی از بزرگ ترین چالش ها در اصلاح نباتات است. آپومیکسی بارها به عنوان 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 می شود. سپس این

ماندگاری سازگاری و به عبارتی کارایی این روش‌ها بیشتر است. به‌طور کلی در انتخاب شیوهی اصلاح گیاهان عوامل زیادی نقش دارند که با توجه به اولویت‌ها و اهداف برنامه‌ی اصلاحی، می‌توان از هر دو شیوه سود جست. به‌نحوی که هیچ‌یک از روش‌ها به‌خودی‌خود مطلوب یا نامطلوب نیستند بلکه برآیند هر روش آینده‌ی روشنی را برای این علم ترسیم خواهد کرد.



منابع

- ۱- نقش بیوتکنولوژی در بررسی تنوع ژنتیکی، کشت و نگهداری گیاهان زراعی و اصلاح نباتات (مروری)، الهه بنده علی، همایش ملی علوم و فنون کشاورزی، اسفندماه ۱۳۹۲
- ۲- کاربرد تکنیک‌های اصلاح نباتات موتاسیونی برای بهبود ژنتیکی گیاهان زراعی در کشاورزی مدرن، ناصر ص، مهدی محب‌الدینی، محسن جانمحمدی،
- ۳- تنش‌های غیرزنده: چالشی برای کشاورزی و محیط‌زیست در دهه‌های آینده، محسن حسامی، مصطفی رحمتی
- ۴- زراعت و اصلاح نباتات، ویدا محمدیان، دومین همایش یافته‌های نوین در محیط‌زیست و اکوسیستم‌های کشاورزی
- ۵- بیوتکنولوژی گیاهی: پیشرفت‌ها و تلاش‌های پیش رو، عبدالرضا باقری، سرین مشتاقی، چهارمین همایش ملی بیوتکنولوژی کشاورزی، ۱۳۸۴
- ۶- اصلاح معکوس: روشی نوین در اصلاح نباتات، زهرا زینتی لیلا نظری، اولین کنگره علمی پژوهشی توسعه و ترویج علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران.

اجرای برنامه‌ی اصلاحی، صفت مدنظر که حاصل اصلاح بوده، در تقابل با عواملی دیده شود که آن‌ها گاهی در آزمایش‌ها نزدیک به صفر بوده است.

اصولاً هیچ‌یک از روش‌های اصلاح سنتی یا مدرن به خودی‌خود مناسب یا نامناسب نیستند؛ اما باید تأثیر چند عامل را در نظر داشت: ابزارهای در دسترس، علم موجود و مهم‌تر از همه زمان. فرض کنیم کشاورزی چندین سال متوالی زمان مناسب جهت به‌کارگیری روش‌های سنتی را در اختیار دارد و کشت وی نیز کاملاً به‌صورت دیم است (این موارد به‌طور تجربی در اکثر نقاط ایران دیده می‌شود) انتخاب روش‌های مدرن در این حالت نه‌تنها تأثیری نخواهد داشت بلکه باعث تحمیل هزینه‌های گزافی خواهد بود. در موارد این‌چنینی می‌توان با صرف هزینه‌ی بسیار معقول و در عوض صرف مدت‌زمان طولانی، به‌تدریج برنامه‌ی اصلاحی با روش‌های سنتی را پیاده کرد. در این حالت شاهد آن خواهیم بود که برخی صفات موردنظر به‌تدریج و با مرور زمان اصلاح شده‌اند.

در بررسی موردی دیگر، (مثلاً فراگیری نوعی بیماری خاص) فرض کنیم صرف زمان طولانی باعث از بین رفتن ارزش‌های گیاه می‌شود که در این حالت برخلاف قبل، نیازمند آن هستیم که در کمترین زمان ممکن، تغییرات مطلوب را در گیاه به وجود آوریم. در کنار تمام این‌ها نیز مشروط به داشتن ابزار و علم مناسب جهت اجرای روش‌های مدرن، می‌توان از آن‌ها استفاده کرد.

اما بهتر آن است بر اساس تئوری اثر پروانه‌ای که طبق آن تغییرات بسیار جزئی، گاهی منجر به نتایج بسیار متفاوت می‌شوند، این نکته را در نظر گرفت که در صورت اعمال تغییر در برخی ساختارهای گیاه، زمان مناسبی جهت ظهور تغییرات و بررسی نتایج حاصل از آن در نظر گرفت که این امر در گرو استفاده از روش‌های سنتی می‌باشد. چراکه اعمال تغییرات در این روش بسیار تدریجی است و فرصت مناسب جهت بررسی در اختیار خواهد بود.

به‌طور کلی استفاده از روش‌های اصلاح سنتی به شیوه‌ای که کشاورزان قدیم آن را اجرا می‌کرده‌اند و گاهی طبیعت نیز در آن دست داشته است، زمان‌بر است؛ اما این تأثیر زمان خود را به شکل سازگاری بیشتر با محیط نشان داده و به نظر می‌رسد هرچند دوره‌ی رسیدن به صفت مدنظر با استفاده از روش‌های سنتی بسیار طولانی است ولی

میلیاردم در کشاورزی

لیلا سلیمان پور^۱

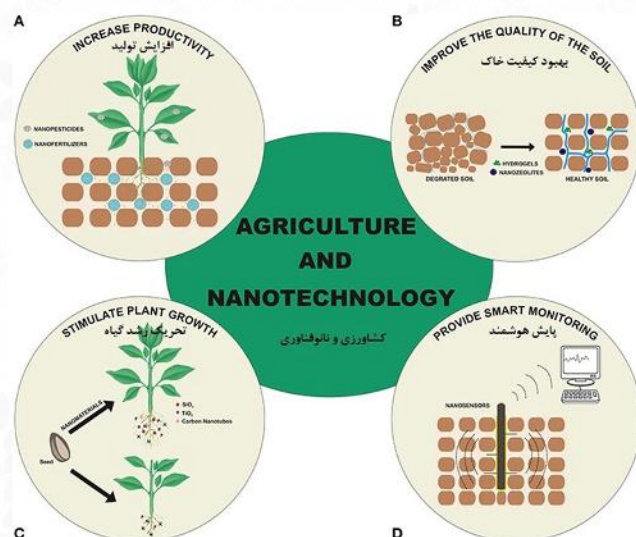
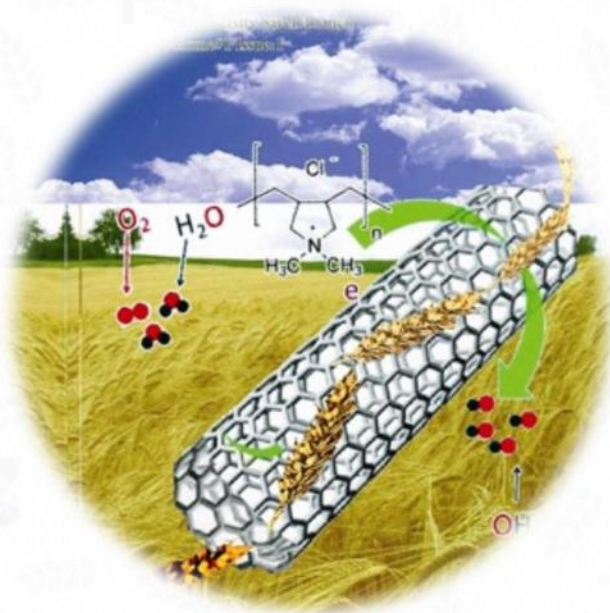
دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان

دانشگاه تهران



فناوری نانو به معنی طراحی، ساخت و استفاده از ساختارهایی کاربردی می‌باشد که حداقل یکی از ابعاد مشخصه آن‌ها در مقیاس نانومتر باشد. به عبارت دیگر فناوری نانو، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح مولکولی و اتمی و استفاده از خواصی است که در آن سطوح ظاهر می‌شود. فناوری نانو می‌تواند زمینه‌ساز تحولی شگرف در زندگی بشر گردد. این فناوری یک رویکرد بین‌رشته‌ای است و می‌تواند در تمام زمینه‌ها منشأ تحول باشد. از جمله صنایعی که فناوری نانو در آن‌ها در حال توسعه است صنعت کشاورزی می‌باشد. علی‌رغم تلاش‌های صورت پذیرفته به وسیله دانشمندان بخش کشاورزی، همچنان بهره‌وری و بازدهی گیاهان زراعی کمتر از توان بالقوه‌ی آن‌ها است. دلیل این امر بازدهی اندک آب و عناصر غذایی مورد استفاده‌ی گیاهان زراعی و تحمیل رقابت شدید از جانب آفات و علف‌های هرز بر گیاه است. فناوری نانو، رویکرد علمی نوینی است که قادر به درهم‌شکستن این موانع بوده و انتظار می‌رود که در سال‌های آینده موجب افزایش عملکرد و کارایی گیاهان زراعی و پاسخگویی به چالش‌های فراروی امنیت غذایی بشر گردد.

نانو فناوری می‌تواند کاربردهای مختلفی در بخش کشاورزی داشته باشد (شکل ۱) از جمله: افزایش تولید گیاه، بهبود کیفیت خاک، تحریک رشد گیاه و پایش هوشمند شرایط رشد گیاه.



شکل ۱- کاربردهای نانو فناوری در بخش کشاورزی

1. Lsoleimanpoor.ls@gmail.com

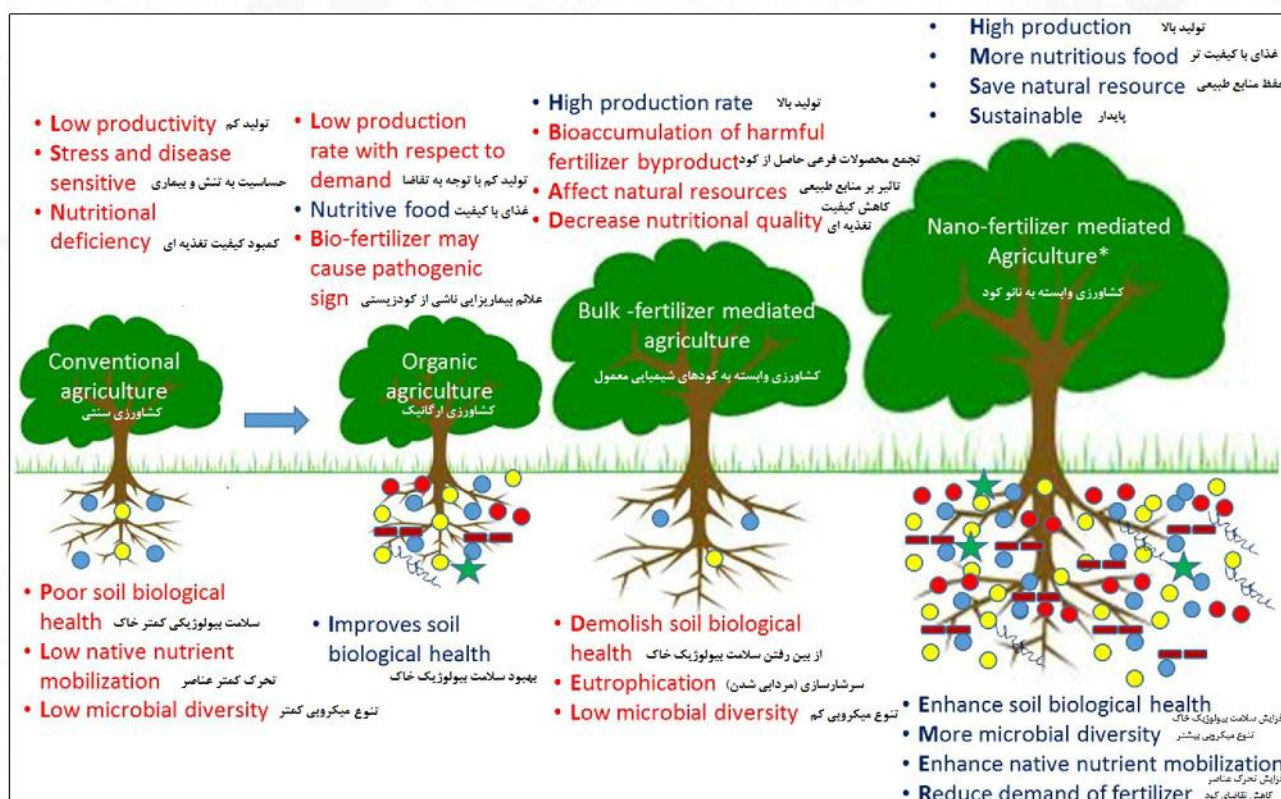
نانو کودها

مردابی شدن آب‌های ساکن و همچنین آلودگی آب آشامیدنی، جلوگیری خواهد شد. در حقیقت با بهره‌گیری از فناوری نانو در طراحی و ساخت نانو کودها، فرصت‌های جدیدی به‌منظور افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی و به حداقل رساندن هزینه‌های حفاظت از محیط‌زیست، پیش‌روی انسان گشوده شده است. نانو کودها، به دلیل رهاسازی تدریجی و آرام عناصر غذایی خود، بهترین جایگزین برای کودهای محلول مرسوم، هستند

نانو آفت‌کش‌ها و نانو علف‌کش‌ها

یکی دیگر از کاربردهای مهم نانوتکنولوژی در بخش کشاورزی نانو آفت‌کش‌ها و نانو علف‌کش‌ها می‌باشند (شکل ۳). طی چند سال اخیر، آفت‌کش‌هایی توسعه یافته‌اند که توسط نانوذرات احاطه شده‌اند. ویژگی این آفت‌کش‌ها این است که می‌توان آن‌ها را طوری طراحی نمود که زمان آزادسازی آفت‌کش و یا علف‌کش را افزایش داد و با آزادسازی آن‌ها با اتفاق شرایط محیطی خاصی آغاز گردد. با به کارگیری فناوری‌هایی نظیر نانو کپسوله کردن و استفاده از روش‌های رهاسازی کنترل‌شده می‌توان به تحولی شگرف در زمینه کارایی مصرف آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها نائل آمد.

میزان عناصر غذایی خاک باید در حد مناسب باشد و این عناصر غذایی بتواند به‌خوبی در اختیار گیاه قرار گیرد. یکی از راه‌های تأمین عناصر غذایی خاک، استفاده از کودهای مناسب می‌باشد. مصرف کودها علاوه بر افزایش تولید، باید کیفیت محصولات کشاورزی را نیز ارتقاء دهد. نکته دیگر عدم ایجاد آلودگی محیط‌زیست توسط کود است؛ زیرا در غیر این صورت سلامتی انسان، جانوران و گیاهان به خطر خواهد افتاد. فناوری نانو با تغییر و اثرگذاری در فرمولاسیون کودها و تولید موادی با ویژگی‌های مناسب و منحصربه‌فرد می‌تواند نقش مهمی را در این زمینه ایفا کند و استفاده از این فناوری در تولید کود، سبب افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش روند تخریب محیط‌زیست می‌گردد. یکی از حقایق نگران‌کننده در مورد کودهای شیمیایی مرسوم آن است که کارایی مصرف کودهای ازته ۲۰ تا ۵۰ درصد و کارایی مصرف کودهای فسفره، تنها ۱۰ تا ۲۵ درصد است. با استفاده از نانو کودها به‌عنوان جایگزینی برای کودهای مرسوم، عناصر غذایی کود به‌تدریج و به‌صورت کنترل‌شده در خاک آزاد می‌شوند و در نتیجه از بروز پدیده‌ی



شکل ۲- مزایا و معایب سیستم‌های مختلف کشاورزی (با توجه به سیستم کود دهی)

سیستم‌های کنترل و پایش که با کمک فناوری نانو ساخته شده‌اند، می‌توانند تأثیر مهمی بر این شیوه جدید کشاورزی داشته باشند:

با استفاده از تلفیق این نوع از آفت‌کش‌ها و سیستم‌های رهایش هوشمند، علاوه بر افزایش تولید محصولات کشاورزی، آسیب‌های وارده به کارگران در زمین‌های کشاورزی نیز کاهش می‌یابد.

الف- تشخیص حاصلخیزی خاک

یکی از مهم‌ترین اهداف کشاورزی دقیق مدیریت صحیح عناصر غذایی و آب موردنیاز گیاه است و در این راستا با استفاده از نانوحسگرها می‌توان با دقت بسیار زیاد اقدام به تعیین میزان عناصر غذایی و آب در دسترس گیاه نمود. می‌توان امکان واکنش دادن محلول خاک با نانو فرآورده‌هایی که قادر به سنجش دقیق میزان فراهمی عناصر غذایی موجود در خاک هستند را فراهم آورد. نانو ذرات، آزمایشگاه‌های کوچکی هستند که از قابلیت کنترل و تنظیم دقیق تغییرات زودگذر و فصلی رخ داده در سیستم خاک-گیاه برخوردار هستند.



شکل ۳- برخی از محصولات مهم نانوفناوری برای استفاده در کشاورزی

ب- تشخیص اختلالات تغذیه‌ای در گیاهان زراعی

با بکارگیری نانوحسگرها می‌توان وضعیت غذایی، رطوبتی و فیزیولوژیکی گیاه را تعیین نمود که این امر موجب تسهیل در اتخاذ اقدامات اصلاحی مناسب و به‌موقع می‌شود. قرار دادن نانو ذرات در بافت‌های گیاهی می‌تواند جهت تعیین وضعیت غذایی گیاه و انجام اقدامات اصلاحی موردنیاز جهت رسیدگی به اختلالاتی که سبب کاهش عملکرد گیاه می‌شوند، سودمند و مؤثر باشد. با بهره‌گیری از فناوری نانو می‌توان اقدام به پایش و کنترل نیاز آبی و کودی گیاهان زراعی نمود. امکان هیجان‌انگیز تلفیق دانش کشاورزی و فناوری نانو در درون حسگرها دارای پتانسیل افزایش حساسیت و واکنش‌پذیری سیستم‌های کشاورزی و در نتیجه کاهش قابل ملاحظه‌ی زمان پاسخ دادن نسبت به معضلات قابل تشخیص در اراضی زراعی است.

ج- تشخیص بیماری‌های گیاهی

بیماری‌های گیاهی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده‌ی عملکرد گیاهان زراعی محسوب می‌شوند. معضل اصلی در زمینه‌ی مدیریت بیماری‌های گیاهی مربوط به تعیین زمان دقیق انجام اقدامات پیشگیرانه‌ی لازم است. اغلب اوقات سموم آفت‌کش به‌عنوان یک اقدام پیشگیرانه مورد استفاده قرار می‌گیرند و بدین ترتیب موجب باقی ماندن اثرات سمی

کشاورزی دقیق که همواره آرزویی دیرینه بوده است، کمک می‌کند که بتوان با کمترین ورودی (کودها، آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و...) بیشترین خروجی (عملکرد محصولات) را به دست آورد. این هدف با بررسی متغیرهای محیطی و عملکردهای هدفمند قابل دستیابی است. نانوحسگرها برای بررسی و شناسایی آلاینده‌های، آفت‌ها، میزان مواد مغذی موجود در خاک و همچنین تنش‌های ناشی از خشکسالی، دما و یا فشار مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین این حسگرها از طریق به‌کارگیری نهاده‌های کشاورزی در مواقعی که موردنیاز هستند، سبب افزایش کارایی و بهره‌وری زمین‌های کشاورزی و تولیدات آن‌ها می‌گردند. در کشاورزی دقیق با استفاده از رایانه‌ها، سیستم‌های ماهواره‌ای مکان‌یاب جهانی (GPS) و دستگاه‌های حسگر کنترل از راه دور، می‌توان در مورد کیفیت رشد محصولات کشاورزی، تشخیص دقیق طبیعت منطقه و مشکلات آن، تصمیم صحیح گرفت. می‌توان شرایط را به‌گونه‌ای تنظیم کرد که این کار علاوه بر کاهش هزینه، به کاهش ضایعات کشاورزی کمک کرده، آلودگی محیط‌زیست را به حداقل برساند. حسگرهای کوچک و

سموم در محیط و آلودگی محیط زیست می‌شوند، از طرفی، به‌واسطه‌ی کاربرد آفت‌کش‌ها در زمان پس از ظهور علائم بیماری نیز، مقدار قابل‌توجهی از عملکرد محصول نابود خواهد شد. در میان بیماری‌های گیاهی، کنترل بیماری‌های ویروسی در مقایسه با سایر بیماری‌ها دشوارتر است چراکه کشاورز مجبور است برای کنترل این‌گونه بیماری‌ها نسبت به توقف گسترش بیماری از طریق ناقلین ویروسی اقدامات مناسب را صورت دهد. شیوه‌های تشخیصی نانو بنیاد بیماری‌های ویروسی که شامل استفاده از نانوکیت‌های تشخیصی گوناگون به‌منظور تعیین دقیق سویه‌ی ویروس و مرحله‌ی کاربرد سموم هستند، با شتاب زیادی در حال گسترش هستند. با استفاده از کیت‌های تشخیصی نانو بنیاد نه تنها می‌توان سرعت تشخیص بیماری گیاهی را افزایش داد بلکه می‌توان دقت تشخیص را نیز بالا برد.

سو و همکاران (۲۰۰۴) از تکنیکی تحت عنوان نقطه‌های کوانتومی به عنوان یک مارکر فلئورسانس تلفیق شده با سیستم جداسازی ایمنی مغناطیسی متعلق به سویه‌ی باکتریایی $E. coli$ H₇: λ ۵۷ به‌منظور تفکیک بذور آلوده و غیرزنده از بذور غیرآلوده و سالم استفاده نمودند.

منابع

۱. محصولات فناوری نانو در حوزه کشاورزی و صنایع غذایی. ۱۳۹۴. ستاد ویژه توسعه فناوری نانو. ویرایش اول.

۲. نادری م؛ و عابدی ا. ماهنامه نانو. <http://edu.nano.ir>.

3. Chinnamuthu C.R. and Murugesu Boopathi P. 2009. Nanotechnology and Agroecosystem, Madras Agricultural Journal. 96: 17-31.

د- مدیریت بذر

بذر، ره‌آورد نانویی طبیعت برای بشر است که به دلیل برخورداری از ساختار منحصر به فرد قادر به حفظ بقای خود تحت شرایط نامساعد محیطی است. امکان بهره‌گیری از فناوری نانو به‌منظور کنترل نمودن پتانسیل کامل بذر وجود دارد. فرآیند تولید بذر، به‌ویژه در مورد گیاهانی که با باد گرده‌افشانی می‌شوند، فرآیندی ملال‌انگیز و دشوار است. تشخیص ناخالصی دانه‌ی گرده که سبب بروز آلودگی می‌شود، روشی مطمئن به‌منظور حصول اطمینان از خلوص ژنتیکی توده‌ی بذر تولیدی است. مسافت طی شده به وسیله‌ی دانه‌ی گرده وابسته به درجه حرارت و رطوبت هوا، سرعت باد و میزان گرده‌ی تولیدی به‌وسیله‌ی گیاه است. با استفاده از نانوحسگرهای زیستی که نسبت به آلودگی دانه‌ی گرده بسیار حساس هستند می‌توان از ناخالصی احتمالی آگاه گردید و با اقدام به‌موقع سبب کاهش آلودگی دانه گرده شد. به‌واسطه‌ی بهره‌گیری از این روش می‌توان از آلودگی دانه گرده گیاهان تراریخته ژنتیکی به‌وسیله گیاهان زراعی و یا بالعکس نیز جلوگیری کرد. مهندسين ژنتیک در حال انتقال ژن‌های جدید به بذور گیاهان و عرضه‌ی آن‌ها به بازارهای مصرف کشاورزی هستند. ردیابی بذور تراریخته‌ی جدید عرضه‌شده به بازار می‌بایست با کمک نانو بارکدهایی که از قابلیت رمزگذاری و خوانده‌شدن به‌وسیله‌ی دستگاه برخورداری هستند و بادوام نیز هستند، صورت پذیرد.

پلاستیک هائ تجزیه پذیر گیاه

اطرافمان انباشته از پلاستیک شده است؛ هر کاری که انجام می‌دهیم و هر محصولی را که مصرف می‌کنیم، از غذایی که می‌خوریم تا لوازم برقی به نحوی با پلاستیک سروکار داشته و حداقل در بسته‌بندی آن از این مواد استفاده شده است.

پلاستیک چیست؟

پلاستیک به دسته‌ای از مواد مصنوعی یا نیمه مصنوعی گویند که از فرایند بسپارش بدست می‌آیند. پلاستیک جزء مواد مصنوعی است و به صورت طبیعی یافت نمی‌شود. پلاستیک‌ها را می‌توان به شکل‌های مختلف درآورد. اصولاً یکی از ویژگی‌های پلاستیک‌ها شکل‌پذیری خوب آن‌هاست. پلاستیک‌ها را می‌توان تحت فرایندهای حرارتی و مکانیکی به شکل‌های مختلف و گوناگون درآورد.

سالانه حداقل ۸ میلیون تن از زباله‌های پلاستیکی وارد اقیانوس‌ها می‌شوند که معادل خالی کردن کامیونی پر از زباله در هر دقیقه است. تجمع پلاستیک‌ها در اقیانوس‌ها زندگی دریایی و پرندگان را با خطر مواجه کرده است. ذرات ریز شده پلاستیک‌ها نیز می‌توانند وارد زنجیره غذایی شوند.

دلیل اصلی زیست‌تخریب‌پذیر نبودن پلاستیک‌های معمول، طولیل بودن طول مولکول پلیمر و پیوند قوی بین مونومرهای آن بوده که تجزیه‌ی آن را توسط موجودات تجزیه کننده با مشکل مواجه می‌کند.

زهره کاظمی بیدهندی^۱

دانشجوی کارشناسی مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی
دانشگاه تهران



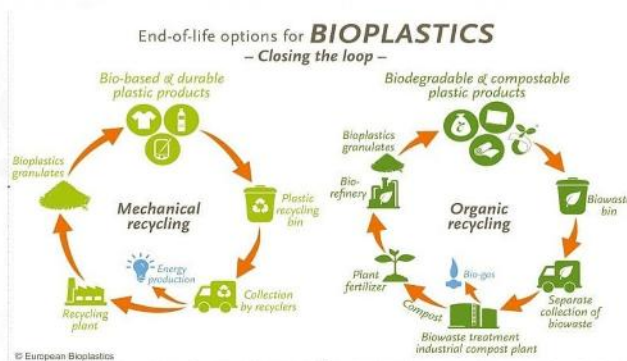
سرعت‌های تجزیه مواد مختلف در طبیعت:

کاغذ.....	۲-۴ هفته
برگ درخت.....	۱-۳ ماه
پوست پرتقال.....	۶ ماه
پاکت شیر.....	۵ سال
کیسه پلاستیکی.....	۱۰ تا ۲۰ سال
ظروف پلاستیکی.....	۵۰ تا ۸۰ سال
قوطی آلومینیومی.....	۸۰ سال
قوطی حلبی.....	۱۰۰ سال
بطری پلاستیکی نوشابه.....	۴۵۰ سال
بطری شیشه‌ای.....	۵۰۰ سال
یونولیت.....	هرگز

1. Zahra.kazemib@ut.ac.ir

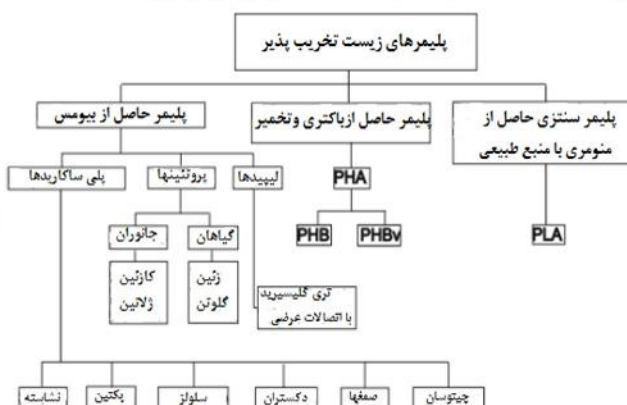
رهیافت دیگر جداسازی ژن‌های درگیر در این فرآیند و انتقال آن به گیاهان می‌باشد که پروژه‌هایی در این زمینه ازجمله انتقال ژن‌های باکتریایی تولید پی‌اچ‌ای به ذرت انجام شده است.

۱- تغییر در طراحی پلاستیک‌های بسته‌بندی، ۲- جایگزینی پلاستیک‌های نفتی با پلاستیک‌های زیستی



پلاستیک‌های زیستی در واقع پلاستیک‌هایی هستند که از زیست‌توده‌هایی همچون روغن و چربی گیاهان، نشاسته، ذرت و... تولید می‌شوند. میکروارگانیسم‌ها نیز می‌توانند در حضور برخی منابع، پلاستیک‌های زیستی را تولید کنند؛ اما نکته مهم در رابطه با این نوع از پلاستیک‌ها، توانایی تجدید پذیری آن‌هاست.

تقریباً تمامی پلاستیک‌های معمول در بازار از محصولات پتروشیمی که غیر قابل برگشت به محیط می‌باشند، به‌دست می‌آیند. راه‌حل جایگزین برای این منظور، بهره‌برداری از باکتری‌های خاکزی مانند *Ralstonia eutrophus* می‌باشد که تا ۸۰ درصد از توده‌ی زیستی خود قادر به انباشتن پلیمرهای غیر سمی و تجزیه‌پذیر پلی‌هیدروکسی آلکانوات (PHA) هستند. PHA ها عموماً از زیر واحدی به‌نام بتا‌هیدروکسی آلکانوات و به واسطه‌ی مسیری ساده با ۳ آنزیم از استیل - کوآنزیم A ساخته شده و معروف‌ترین آن‌ها پلی هیدروکسی بوتیرات (PHB) می‌باشد.



تولید پلیمرهای زیستی با بهره‌برداری از کشاورزی، یکی از روش‌های تولید صنعتی پایدار می‌باشد. برای این منظور دو روش اصلی وجود دارد: نخست استخراج مستقیم پلیمرها از

کاربردهای پلاستیک‌های زیستی

۳. کاربرد پلاستیک‌های زیستی در کشاورزی و باغبانی

تولید مالچ‌های کشاورزی، محفظه‌های دانه و تورهای زیست‌تجزیه‌پذیر از جمله کاربردهای پلاستیک‌های زیستی در کشاورزی است. مالچ لایه‌ای محافظ است که بر روی سطح خاک قرار می‌گیرد و دانه‌ها را نسبت به تغییرات آب و هوا محافظت می‌کند.

همچنین با حفظ رطوبت دانه و افزایش دمای خاک به جوانه‌زدن دانه‌ها در فصل بهار کمک می‌کند. محفظه‌های دانه نیز بعد از جوانه‌زدن و ریشه‌کردن دانه‌ها تجزیه می‌شوند. در پروسه قارچ از تورهای زیست‌تجزیه‌پذیر استفاده می‌شود.



مالچ طبیعی

پلاستیک‌های زیست‌تجزیه‌پذیر دارای کاربردهای تجاری متنوعی هستند. براساس برخی از آمار بیان می‌شود که سهم صنعت بسته‌بندی و تولید ظروف آشپزخانه در این بازار بیش از بقیه موارد است.

۱. صنعت بسته‌بندی

پلاستیک‌های زیستی در صنعت بسته‌بندی کاربرد گسترده‌ای دارند. در مورد بسته‌بندی مواد غذایی از پلاستیک‌هایی استفاده می‌شود که علاوه بر حفظ کیفیت غذا، آن را از آلودگی‌های محیطی نیز مصون بدارد.



کاربرد پلاستیک‌های زیستی در صنعت بسته‌بندی

۲. تولید کیسه‌های پلاستیکی

این کیسه‌های زیست‌تجزیه‌پذیر از موادی ساخته شده‌اند که در محیط می‌توانند تجزیه یا به کمپوست تبدیل شوند. سه نوع از کیسه‌های زیست‌تجزیه‌پذیر وجود دارد.

۱. کیسه‌های ساخته شده از نوعی رزین که حاوی نشاسته، پلی‌اتیلن و فلزات سنگین (کادمیوم، سرب و بریلیم) است؛

۲. حاوی ترکیبی از نشاسته و پلیمرهای زیست‌تجزیه‌پذیری همچون PLA می‌باشند؛

۳. کیسه‌های زیست‌تجزیه‌پذیر OXO که به سرعت تجزیه می‌شوند

۴. کاربرد پلاستیک‌های زیستی در ابزار پزشکی

نخ‌های بخیه که از پلیمرهای غیر سمی تولید می‌شوند از جمله مهم‌ترین کاربردهای پلیمرهای زیستی در صنعت پزشکی به شمار می‌آید.

- این نخ‌ها به راحتی استریل می‌شوند و تا زمانی که بافت کاملاً ترمیم شود آن را محکم حفظ می‌کنند.

- در پایان هم به آسانی در بدن متابولیزه می‌شوند.

- در تولید این نخ‌ها از لاکتیک یا گلیکولیک اسید استفاده می‌شود.

مزایای پلاستیک‌های زیستی

در مطالعات انجام‌شده پلاستیک‌های به‌دست‌آمده از نفت خام با پلاستیک‌های زیستی از لحاظ مختلف مورد بررسی قرار گرفته‌اند. پلاستیک‌های زیستی با توانایی تجدیدپذیری، مقاومت بالا، میزان نشر گاز کربن‌دی‌اکسید کمتر، عدم نیاز به سوخت‌های فسیلی برای تولید و توانایی تجزیه کامل در طبیعت می‌توانند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای تولید انواع محصولات پلاستیکی به‌کار گرفته شوند تا محیط‌زیست کمتر تحت تأثیر قرار بگیرد.

معایب پلاستیک‌های زیستی

پلاستیک‌های زیستی توانایی تجزیه‌پذیری زیستی دارند که یک ویژگی مهم و منحصربه‌فرد برای آن‌ها به‌حساب می‌آید؛ اما گاهی این نوع پلاستیک‌ها به مناطق دفع زباله منتقل می‌شوند که ممکن است در طی فرایندهای تجزیه موجب آزادسازی متان شوند که ۲۳ بار خطرناک‌تر از کربن‌دی‌اکسید است.

جمع‌بندی نهایی

آگاهی جوامع نسبت به حفظ محیط‌زیست و افزایش نگرانی‌ها در مورد زباله‌های پلاستیکی موجب آغاز سرمایه‌گذاری برای تولید پلاستیک‌های زیستی شده است. مزیت پلاستیک‌های زیستی همچون تجزیه‌پذیری ۱۰۰ درصدی، قابلیت تولید از ترکیبات زیستی، امکان بازیافت و استفاده مجدد، کمپوست‌پذیر بودن بدون این‌که ترکیبات سمی تولید کنند؛ در کنار امکان تولید محصولات متعدد تجاری این ترکیبات زیستی را بسیار برجسته کرده است. پلاستیک‌های زیستی نشر کربن‌دی‌اکسید را در هنگام تولید و تجزیه محدود می‌کنند.

پلاستیک‌های زیستی بدون شک تنها راه‌حل برای حل مشکلات ایجادشده از پلاستیک‌ها نیستند؛ اما گامی مهم در جهت پیش‌برد هدف حفاظت از محیط‌زیست به‌شمار می‌آید.

منابع

<http://daneshnameh.roshd.ir>

<http://www.prpak.ir>

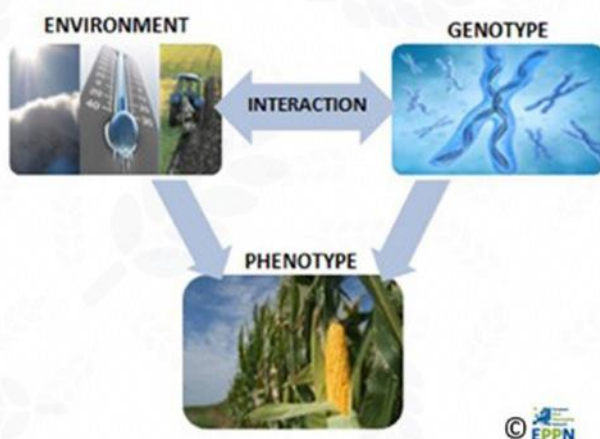
<https://zišt-fan.ir>

<https://wikipedia.org>

فنوتیپ نسل های آینده

امنیت و پایداری غذایی به پیشرفت‌های گیاه بنیان در کشاورزی بستگی خواهد داشت. ما ملزم به گسترش و توسعه گیاهان با بازدهی بالا که مغذی‌تر هستند، از آب و مواد مغذی مؤثرتر استفاده می‌کنند و می‌توانند تغییر بیشتری را در محیط تحمل کنند، هستیم.

محصولات مشتق شده از گیاهان در رأس چالش‌های بزرگ مطرح شده با افزایش نیاز به مواد غذایی، خوراک و مواد خام هستند. رویکردهای تلفیقی در تمامی مقیاس‌ها از کاربرد مولکولی تا مزرعه برای توسعه محصول گیاه پایدار با عملکرد بالاتر و استفاده از منابع محدود ضروری است. درحالی‌که پیشرفت‌های قابل‌توجهی در رویکردهای مولکولی و ژنتیکی در سال‌های اخیر انجام شده است، تجزیه و تحلیل کمی از فنوتیپ‌های گیاهی - ساختار و عملکرد گیاهان - تبدیل به تنگنا و مشکل عمده شده است.



فنوتیپ سنجی گیاهی یک علم نوظهور است که ژنومیک را با اکوفیزیولوژی گیاهی و زراعت پیوند می‌دهد. بدنه و ساختمان عملکردی گیاه (PHENOTYPE) در طول رشد و تکامل گیاه از طریق تعامل پویا بین پس‌زمینه ژنتیکی (GENOTYPE) و جهان فیزیکی که در آن گیاهان رشد می‌کند (ENVIRONMENT) ایجاد می‌شود. این تعاملات عملکرد و بهره‌وری گیاه را که به‌صورت بیوماس (زیست‌توده) انباشته شده، تعیین می‌کند و برای بازده تجاری و بهره‌وری منابع استفاده می‌شود.

مریم محمدی^۱

دانشجوی کارشناسی مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی
دانشگاه تهران



چالش امروزه...

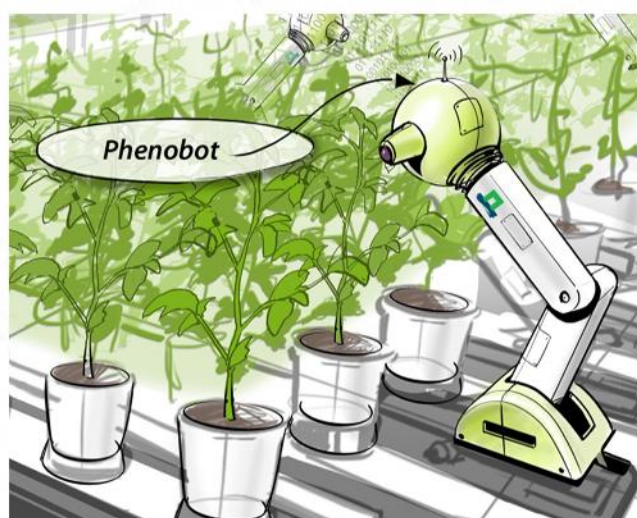
طی ۵۰ سال آینده ملزم به تولید غذایی بیش از مقداری که در ۱۰۰۰ سال قبل داشتیم، هستیم بنابراین نیاز داریم راه‌هایی برای به خدمت گرفتن تکنولوژی و دانش به‌منظور افزایش تولید محصولات برای سیر کردن یک سیاره گرسنه پیدا کنیم.

¹ m.mohammadi13771998@gmail.com

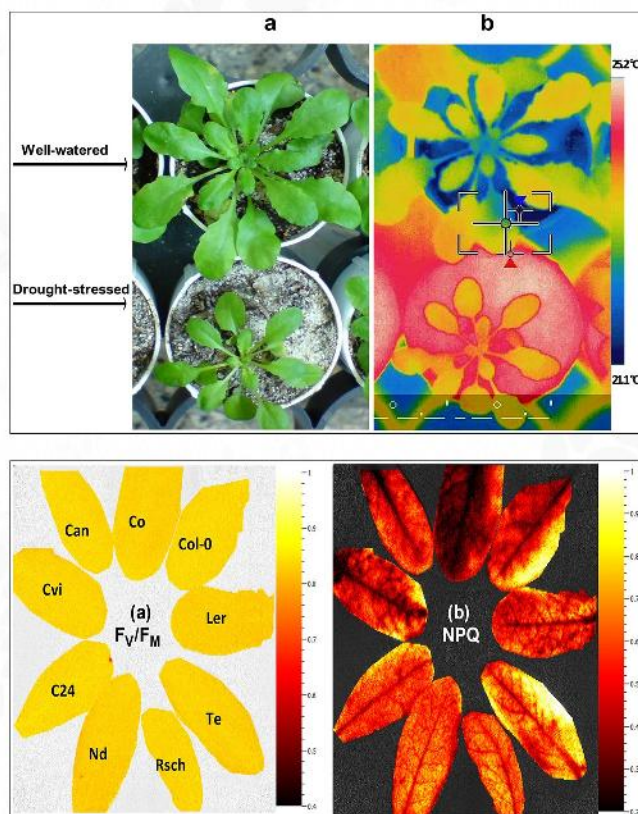
پیشرفت کنونی در تکنولوژی توالی DNA، امکان جمع‌آوری اطلاعات زیادی از ژنوم را فراهم کرده است. ژنوتایپینگ به‌عنوان یک فعالیت معمول با هزینه‌های کمتر به‌عنوان تکنولوژی جدید معرفی شده است. در این زمان پس از ژنوم، فنومیک به‌عنوان یک رشته جدید ظهور می‌کند که هدف آن دستیابی به اطلاعات فنوتیپی با کارایی بالا در تمام سطوح سازمان‌های بیولوژیک است و یکپارچه کردن داده‌های مختلف "omics" است. (توالی یابی کامل ژنوم انسان منجر به

پیدایش عصر جدیدی در علوم زیستی شد تحت عنوان «امیکس» (omics). واژه امیکس اشاره به آنالیز جامع سیستم‌های زیستی دارد. انواع شاخه‌ها و زیرشاخه‌های امیکس، هر یک با مجموعه‌ای از ابزارها، تکنیک‌ها، واکنشگرها و نرم‌افزارها، به ظهور رسیدند. فن‌آوری جدید در فنوتیپ سنجی گیاه دارای طیف گسترده و پیچیده‌ای شامل نرم‌افزارهای تجزیه و تحلیل تصویر، سیستم‌عامل‌های بزرگ و سیستم‌های فن‌آوری مزرعه می‌باشد.

فن‌آوری‌های ژنوتایپینگ و توالی چند دهه پیش توسعه داده شد و در حال حاضر با روش‌هایی با کارایی بالا و کم‌هزینه در دسترس هستند. ژنوم چند ارگانیسم توالی شده‌اند و اطلاعات ژنومی به‌صورت عمومی توسط پایگاه داده‌های مختلف در دسترس هستند. تجزیه و تحلیل ژنومی موفق بوده است، اما تلاش‌های قابل توجه برای معنی‌دار کردن و بهره‌برداری از اطلاعات ژنتیکی لازم است. روش‌های فنوتیپی از ژنومیک عقب مانده است. بیشتر اطلاعات فنوتیپی فاقد اتوماسیون و دقت است. مقدار زیادی از اطلاعات ژنتیکی باید در زمینه فنوتیپ و زراعت قرار گیرد تا بتواند عملکرد ژن را درک کند و در پرورش گیاهان مفید باشد. به همین دلیل یک تغییر اساسی در تحقیق برای رفع کمبود اطلاعات فنوتیپی ضروری است. به این ترتیب، فنوتایپینگ به تنگنا تبدیل شده است. امروزه به نحوی پیش‌بینی شده است که کشف ژن‌های جدید و کشف تعاملات پیچیده به لطف پیشرفت تکنولوژی فنوتیپ سنجی دقیق امکان‌پذیر است. جستجو در پایگاه داده PubMed برای فنوتایپ گیاهی (که در سپتامبر ۲۰۱۳ انجام شد) بیش از ۴۰۰ نتیجه را دریافت کرد و از آن تعداد ۳۰۰ تحقیق در ۵ سال اخیر منتشر شده است. الگویی جدید با تمرکز بر فنوتیپ سنجی در تحقیقات گیاهی، به‌ویژه در زمینه ژنومیک، فیزیولوژی و پرورش کشف شده است. در حال حاضر پیشرفت‌هایی در تکنیک‌های با توان بالا و غیرتهاجمی (غیر مخرب) در



فنوتیپ های بزرگ اندازه گیری خواهد کرد.



تعیین صحیح فنوتیپ از اهمیت ویژه‌ای برای بازیابی عملکرد ژن و پاسخ گیاه به چندین تنش بیوتیک (زیستی) و آبیوتیک (غیر زیستی) برخوردار است. آیا فناوری‌های با کارایی بالا به این هدف دست می‌یابند؟ اکثر سیستم‌های فن‌آوری سازی گلخانه‌ای و آزمایشگاهی بر روی غربالگری آبیوتیک (مثلاً Shi et al., ۲۰۱۳) و بیوتیک (مثلاً Chen et al., ۲۰۱۲) تحمل استرس طراحی شده‌اند. از سوی دیگر، فنوتیپ سنجی با کارایی بالا (HTP) در تجزیه و تحلیل جهش باعث شناسایی و مشخص کردن عملکرد ژن می‌شود (Sozzani and Benfey, ۲۰۱۱). بررسی اخیر نشان می‌دهد که چگونه ابزارهای فنوتیپ سنجی در ترکیب با استراتژی‌های زراعی شناخته شده، بهبود محصول را قدرت می‌بخشند (Cobb et al., ۲۰۱۳).

به این ترتیب، شناسایی فنوتیپ سنجی سه بعدی و تعیین جایگاه ژنی صفات کمی، شناسایی مناطق اصلی ژنوم برنج که کنترل کننده طراحی و ساختار ریشه هستند را ممکن می‌سازد (Topp et al., ۲۰۱۳).

به طور مشابه، مناطق ژنومی مرتبط با سختی اندوسپرم،

تجزیه و تحلیل تصویر دیجیتال می‌تواند یک جایگزین قدرتمند برای دستیابی به فنوتیپ سنجی باشد که از رتبه بندی سنتی بصری دقیق تر است و به ذهنیت اپراتور بستگی دارد. علاوه بر این، اتوماسیون امکان مطالعات گسترده‌ای را فراهم می‌کند. یک لیست به روز شده از ابزارهای تجزیه و تحلیل تصویر در لینک داده شده در دسترس است (www.plant image analysis.org, ۲۰۱۳).

بنا بر تجربه ما، اجرای این تکنولوژی، ارزیابی مورفولوژی، رنگ و دقت افزایش یافته در ارزیابی متغیرهای رشد، بدون افزایش هزینه‌ها را بهبود بخشد. به عنوان مثال، نرم افزار آنالایزر گوجه فرنگی (Rodríguez et al., ۲۰۱۰) یک ارزیابی عینی و قابل اعتماد از اندازه و تغییر رنگ برگ‌های آفتابگردان تحت درمان با علف کش ارائه داد (Breccia et al., ۲۰۱۲).

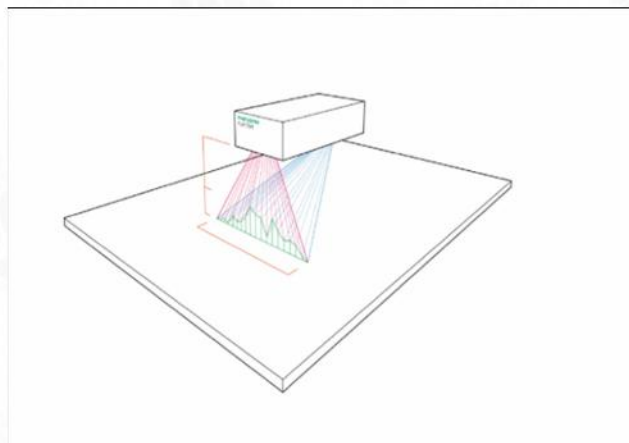
نرم افزار SmartRoot در تجزیه و تحلیل طراحی و ساختمان ریشه ژنوتیپ های آفتابگردان تحت درمان علف کش های مختلف مؤثر بود. پارامترهای رشد ریشه های اولیه و جانبی، مؤلفه های کلیدی در تعیین رشد ریشه در استفاده از علف کش و تعیین درجه های مختلف مقاومت علف کش بودند. سخت افزار، تصویربرداری، نرم افزار و ابزارهای تجزیه و تحلیل در توسعه سیستم های فن آوری سازی استفاده می شود. نمونه های مختلفی از سیستم های موفق خودکار در شرایط کنترل شده برای اندازه گیری صفات زمینی (مزرعه) وجود دارد (به عنوان مثال Pereyra-Irujo و همکاران، ۲۰۱۲؛ Tisné و همکاران، ۲۰۱۳)، معماری ریشه (به عنوان مثال Clark, Famoso et al., ۲۰۱۰)، و هر دو ساقه و رشد ریشه (به عنوان مثال Ruts et al., ۲۰۱۱) و همکاران، ۲۰۱۳). ابتکارات با زمینه فنوتیپ سنجی نیز با استفاده از دستگاه های حسگر پروگزیمال (مانند Busmeyer و همکاران، ۲۰۱۳) توسعه می یابد.

تصاویر مادون قرمز، تجزیه و تحلیل تصویر استریو، سنجش از راه دور مبتنی بر آکوستیک، اندازه گیری بدون تماس با فلورسانس کلروفیل، سنجش از راه دور لیزر و طیف سنجی نزدیک به مادون قرمز ابزارهایی بالقوه برای به دست آوردن اطلاعات فنومیک در شرایط مزرعه هستند (White et al., ۲۰۱۲).

از سوی دیگر، سیستم عامل های بزرگ در زمینه بافت یا سلول های فنوتیپی هنوز توسعه نیافته اند. پیشرفت در نمونه برداری روباتیک از گیاهان زراعی یا گلخانه ای با ترکیب خودکار و تجزیه و تحلیل خودکار و حفظ مناسب نمونه برای تجزیه و تحلیل بیشتر، ویژگی های بیوشیمیایی و بافت شناسی را در

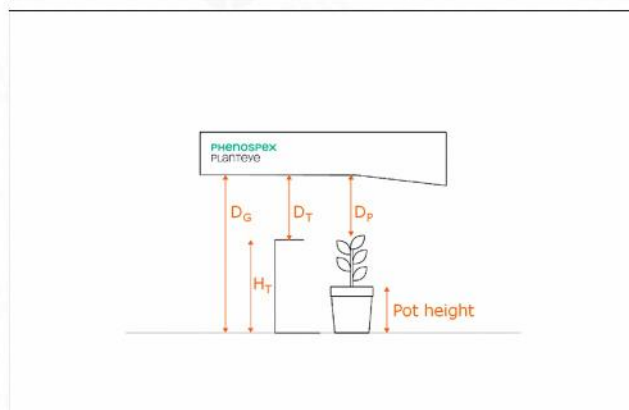
عملکرد گیاهی و صفات کشاورزی محدود می‌شود. همان‌طور که کوب و همکاران (۲۰۱۳) اشاره کردند که فنوتیپ سنجی نسل آینده به ژنتیک و پرورش‌دهندگان اجازه خواهد داد تا به‌طور سازنده پروتئین پیچیده بین ژنوتیپ، فنوتیپ و محیط زیست را مورد مطالعه قرار دهند. باین وجود این امکان وجود دارد؟ آیا تنگنای جدیدی ظاهر خواهد شد؟ چه چیز دیگری برای درک روابط ژنتیکی-فنوتیپ-محیط مورد نیاز است؟ ما احتمالاً پاسخ‌ها را نمی‌دانیم تا این فناوری‌ها قابل دسترسی شوند و مقدار زیادی اطلاعات فنوتیپی در دسترس قرار گیرد. چگونه پیچیدگی اطلاعات فنوتیپی در سطوح مختلف سازمانی را مدیریت کنیم؟ تلاش‌های هماهنگ در زمینه‌های مختلف فناوری، آمار و زیست‌شناسی برای حل این و دیگر مسائل در آینده ضروری خواهد بود. بر اساس این سناریو جدید، پرورش‌دهندگان گیاهان ملزم هستند به استفاده از فن‌آوری‌های جدید که می‌توانند به‌طور دقیق تنوع فنوتیپی صفات مورد توجه در برنامه‌های پرورش را برآورده کنند.

تراکم و اندازه دانه در جو با استفاده از یک پلت فرم فنوتیپی تحت شرایط کنترل‌شده (Walker et al., ۲۰۱۳) به‌سختی شناسایی شدند. همچنین فنوتیپ سنجی مبتنی بر مزرعه، محاسبه معماری ژنتیکی تجمع زیست‌توده توسط مطالعات مرتبط با سراسر ژنوم را در تربیت‌کاله (چاودم) ممکن ساخته است (Busemeyer و همکاران، ۲۰۱۳).



منابع:

Breccia G., Gil M., Vega T., Zorzoli R., Picardi L., Nestares G. (2012) Effect of cytochrome P450s inhibitors on imidazolinone resistance in sunflower. 18th International Sunflower Conference, Mar del Plata & Balcarce, Argentina, pp. 507-512.



Busemeyer L., Ruckelshausen A., Möller K., Melchinger A.E., Alheit K.V., Maurer H.P., Hahn V., Weissmann E.A., Reif J.C., Würschum T. (2013) Precision phenotyping of biomass accumulation in triticale reveals temporal genetic patterns of regulation. Sci. Rep. 3: 2442.

بیشتر اطلاعات فنوتیپی به‌ویژه برای صفات عملکردی محصول، عملاً از دست می‌روند. کمتر از ۱٪ از ۵۰۰۰ نشریه در نقشه‌برداری صفات کمی (QTL)، گزارش عمومی برای ارائه داده‌های خام تهیه می‌کنند (Zamir، ۲۰۱۳). در دسترس بودن داده‌های فنومیکسی از طریق مخزن پایگاه داده‌های عمومی، یک نیاز ضروری برای افزایش تولید محصول و تولید مواد غذایی است.

Chen X., Vosman B., Visser R.G., van der Vlugt R.A., Broekgaarden C. (2012) High throughput phenotyping for aphid resistance in large plant collections. Plant Methods 8: 33.

در نتیجه...
پیشرفت‌های بزرگ در فناوری فنوتیپ سنجی، ابزارهایی برای اندازه‌گیری دقیق کاراکترهای گیاهی در مقیاس‌های بزرگ را به کار می‌گیرد و به این ترتیب تفاوت بین ژنومیک،

- Pereyra-Irujo G.A., Gasco E.D., Peirone L.S., Aguirrezábal L.A.N. (2012) GlyPh: a low-cost platform for phenotyping plant growth and water use. *Funct. Plant Biol.* 39: 905-913.
- Rodriguez G.R., Moyseenko J.B., Robbins M.D., Morejón N.H., Francis D.M., van der Knaap E. (2010) Tomato Analyzer: A Useful Software Application to Collect Accurate and Detailed Morphological and Colorimetric Data from Two-dimensional Objects. *J. Vis. Exp.* 37: 1856.
- Ruts T., Matsubara S., Walter A. (2013) Synchronous high-resolution phenotyping of leaf and root growth in *Nicotiana tabacum* over 24-h periods with GROWMAP-plant. *Plant Methods* 9: 2.
- Shi L., Shi T., Broadley M.R., White P.J., Long Y., Meng J., Xu F., Hammond J.P. (2013) High-throughput root phenotyping screens identify genetic loci associated with root architectural traits in *Brassica napus* under contrasting phosphate availabilities. *Ann. Bot.* 112: 381-389.
- Spalding E., Miller N. (2013) Image analysis is driving a renaissance in growth measurement. *Curr. Opin. Plant Biol.* 16: 100-104.
- White J.W., Andrade-Sanchez P., Gore M.A., Bronson K.F., Coffelt T.A., Conley M.M., Feldmann K.A., French A.N., Heun J.T., Hunsaker D.J., Jenks M.A., Kimball B.A., Roth R.L., Strand R.J., Thorp K.R., Wall G.W., Wang G. (2012) Field-based phenomics for plant genetics research. *Field Crop Res.* 133: 101-112.
- Zamir D. (2013) Where have all the crop phenotypes gone? *PLoS Biol.* 11 (6) e1001595.
- Clark R.T., MacCurdy R.B., Jung J.K., Shaff J.E., McCouch S.R., Aneshansley D.J., Kochian L.V. (2011) Three-Dimensional Root Phenotyping with a Novel Imaging and Software Platform. *Plant Physiol.* 156: 455-465.
- Cobb J.N., DeClerck G., Greenberg A., Clark R., McCouch S. (2013) Next-generation phenotyping: requirements and strategies for enhancing our understanding of genotype-phenotype relationships and its relevance to crop improvement. *Theor. Appl. Genet.* 126: 867-887.
- Dhondt D., Wuyts N., Inze D. (2013) Cell to whole-plant phenotyping: the best is yet to come. *Trends Plant Sci.* 18: 428-439.
- Famoso A.N., Clark R.T., Shaff J.E., Craft E., McCouch S.R., Kochian L.V. (2010) Development of a novel aluminum tolerance phenotyping platform used for comparisons of cereal aluminum tolerance and investigations into rice aluminum tolerance mechanisms. *Plant Physiol.* 153: 1678-1691.
- Furbank R.T., Tester M. (2011) Phenomics – technologies to relieve the phenotyping bottleneck. *Trends Plant Sci.* 16: 635-644.
- Houle D., Govindaraju D., Omholt S. (2010) Phenomics: the next challenge. *Nat. Rev. Genet.* 11: 855-866.
- Lobet G. (2013) <http://www.plant-image-analysis.org/> (accessed September 2013).
- Lobet G., Pagès L., Draye X. (2011) A novel image-analysis toolbox enabling quantitative analysis of root system architecture. *Plant Physiol.* 157: 29-39.

فیزیولوژی گیاهان در شرایط تنش خشک و شوری

تنش یا استرس (Stress) در تعریف عام عبارت است از هر نیرویی که به جسمی وارد شود که بر اثر این نیرو تغییراتی در ابعاد جسم به وجود آید که آن تغییرات را استرین (Strain) گویند. در گیاهان استرس برابر است با تحریکاتی که منجر به برهم خوردن تعادل زیستی گیاه شود. حالت تنش در شرایطی پیش می‌آید که یک عامل محیطی خارج از حد نرمال بر گیاه اثر گذارد. تنش‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: ۱- زیستی Biotic Stress؛ آلوپاتی، علف‌های هرز، رقابت گیاهان و موجودات، بیماری‌ها و جانوران، ۲- غیرزیستی Abiotic Stress؛ شامل استرس‌های فیزیکی یا مکانیکی: شامل تشعشعات خورشیدی، غرقابی، خشکی، سرما، گرما، صدمات مکانیکی، اثرات الکتریسیته و برق و تأثیرات باد و استرس‌های شیمیایی: آلودگی‌های صنعتی در هوا، خاک و آب، pH خاک، EC خاک سموم و حشره کش‌ها، مواد معدنی و آلی.



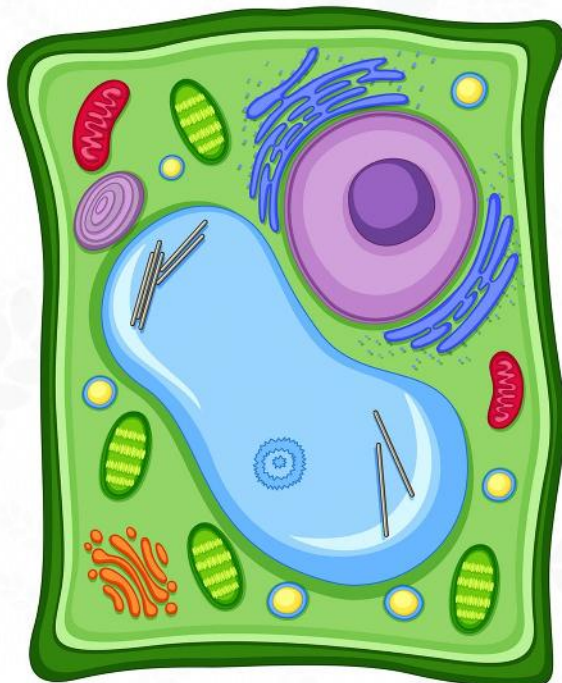
تنش‌ها و صدمات اکسیداتیو

زمانی که تنش روی می‌دهد، گیاهان عالی شرایط موجود را تحمل نموده یا چرخه زندگی‌شان را جهت اجتناب از آن تنظیم می‌نمایند. به محض وقوع تنش، سلول‌ها تا هنگام استقرار متابولیسم جدید، آن را تحمل می‌کنند که این امر ممکن است به ساعت‌ها و یا روزها زمان نیاز داشته باشد. سرنوشت سلول نیز توسط ظرفیت محافظت ذاتی، شدت و دوام تنش رقم می‌خورد. تحقیق در مورد پاسخ سلول به مراحل اولیه تنش‌های محیطی نشان داده است، عوامل درونی و بیرونی میزان تحمل گیاهان به تنش را تعیین می‌کنند. شرایط تنش در سلول‌های گیاه تشکیل گونه‌ها فعال اکسیژن را تشدید می‌کند که ممکن است فرآیندهای مخرب اکسیداتیو همچون اکسید کردن پروتئین و خسارت

شیرین انصاریان مهابادی^۱

دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی

دانشگاه تهران



1. Shirin.ansaryanm@ut.ac.ir

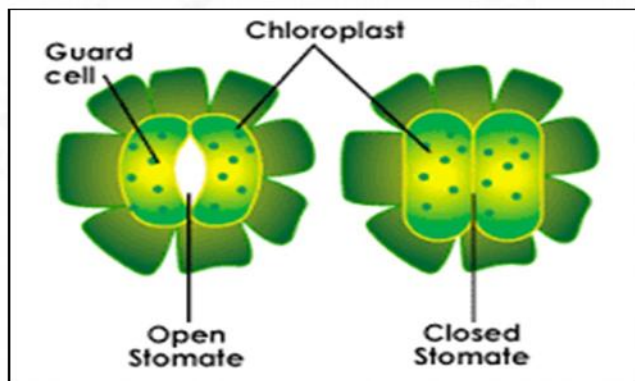
تنش خشکی

کاهش یا کمبود آب درون بافت‌ها یا اندام‌های گیاهی در حدی که سوخت‌وساز به‌صورت جز یا کل فرایندهای فیزیولوژی گیاه را مختل کند تنش خشکی گفته می‌شود. تنش خشکی به مدت طولانی با شدت بالا علاوه بر اینکه مورفولوژی و فیزیولوژی گیاه را کاملاً تحت تأثیر قرار می‌دهد می‌تواند منجر به مرگ بخشی از بافت‌ها و یا کل گیاه زنده شود. از نظر یک هواشناس، خشکی به عنوان یک دوره بدون باران تلقی می‌شود. از دیدگاه کشاورزی، خشکسالی دوره‌ای است که نتیجه‌اش کاهش عملکرد در حد پایین‌تر از شرایط مناسب فراهمی آب است. از نظر فیزیولوژی گیاهی، خشکی چیزی فراتر از فقدان بارندگی است و از این منظر پاسخ گیاه به تنش در نظر گرفته می‌شود، یعنی زمانی خشکی ظهور کرده که اندام‌های مختلف گیاه تحت تأثیر قرار گرفته باشند. بررسی‌ها نشان داده که همراه تنش خشکی، دست‌کم هفت تنش ثانویه دیگر ایجاد می‌شود: (الف) کاهش رطوبت قابل دسترس خاک در محیط ریشه، (ب) افزایش تبخیر و تعرق نسبت به جذب آب، (ج) افزایش تنفس سلولی و خسارت به فرایندهای متابولیکی و ساختمانی سلول، (د) بازدارندگی نوری، اکسیداسیون نوری و سرانجام مرگ برگ‌ها، (ه) افزایش سختی خاک ناشی از خشک شدن و اثر بر رشد ریشه، کاهش رشد برگ‌ها و فتوسنتز، (و) غیرقابل دسترس شدن مواد غذایی در محیط ریشه، بر هم زدن تعادل تغذیه‌ای در گیاه، (ز) تجمع نمک‌ها در لایه‌های بالایی خاک و اطراف ریشه‌ها و مسمومیت عناصر غذایی



به نوکلئیک‌اسیدها را آغاز کنند. گیاهان برای مقابله با تنش اکسیداتیو ایجاد شده، دارای سیستم دفاعی با کارایی بالایی هستند که رادیکال‌های آزاد را از بین برده یا خنثی می‌کنند. این سیستم دفاعی شامل راهکارهای آنزیمی و غیرآنزیمی است. آنزیم‌های این سیستم دفاعی شامل سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، آسکوربات پراکسیداز (APX)، دهیدروآسکوربات ردوکتاز (DHAR) و گلوکاتایون ردوکتاز (GR)، سیستم غیرآنزیمی شامل آسکوربیک اسید (ASA)، گلوکاتایون، آلفاتوکوفرول (ویتامین E) و کاروتنوئیدها می‌باشد. قبل از بحث در مورد اجزای ویژه‌ای که گیاهان را در مقابل اکسیژن واکنش‌زا محافظت می‌کند، باید یادآور شد که راهکارهای پیچیده‌ای که انتقال الکترون و فتوسنتز را تنظیم می‌کنند، در حقیقت موانع اولیه در مقابل تنش اکسیداتیو هستند این سازوکارها عامل واکنش‌های نوری و تاریکی فتوسنتز و سازگاری دستگاه‌های جذب نور به تغییر شرایط هستند. انواع اکسیژن واکنش‌زا به‌طور ثابت در تمام قسمت‌های سلول به‌عنوان یک محصول فرعی متابولیسم طبیعی سلول تولید می‌شوند که بقای سلول وابسته به محافظت کافی در مقابل این ترکیبات واکنش‌زا خواهند بود. تمام اشکال هوازی حیات درگیر در انواع خطوط دفاعی هستند که شامل آنتی‌اکسیدان‌های هوازی و غیرهوازی است. این‌گونه تعدد و کثرت سیستم دفاعی به این خاطر است که انواع گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) در سلول‌ها و بخش‌های مختلف زیرسلولی تولید می‌شوند و همچنین در خاصیت‌هایی چون توانایی انتشار، حلالیت و میل ترکیبی با مولکول‌های بیولوژیک متفاوت هستند، بنابراین به مجموعه‌ای به هم پیوسته از مولکول‌های دفاعی برای عمل در هر دو مرحله الی و غشایی در تمام بخش‌های سلول برای غیرفعال کردن رادیکال‌ها به همان سرعتی که آن‌ها شکل می‌گیرند، نیاز است. توالی و ترتیب سمیت زدایی بیشتر شامل ممانعت از تبدیل یک نوع اکسیژن واکنش‌زا به یک نوع دیگر که خطرناک‌تر است، می‌باشد. مهم‌ترین مثال قابل ذکر، تبدیل O_2^- (سوپراکسید) به H_2O_2 توسط سوپراکسید دیسموتاز و غیرفعال شدن در مراحل بعدی می‌باشد. رفع سمیت از H_2O_2 ممکن است منجر به تجمع OH^- و غیرفعال شدن سوپراکسید دیسموتاز و شکل‌گیری رادیکال‌های هیدروکسیل $OH^\bullet$ شود. این نکته همچنین اشاره بر این دارد که سیستم‌های دفاعی چندگانه اگر به عدم توازن متمایل شوند، ممکن است متلاشی شده و از کنترل خارج شوند.

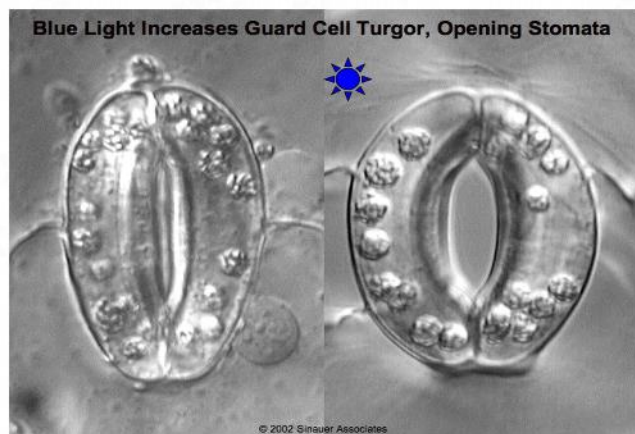
ممکن است در آینده گیاهان با بازده مصرف آب بالا (گیاهان C4 یا CAM) غالب شوند و یا اینکه گیاهان معمولی به صورت گیاهان افمرالز (گیاهان زودگذر یعنی گیاهانی که در مدت کوتاهی به تولید بذر می‌رسند) در آیند.



عوامل متعددی در باز و بسته شدن روزنه‌ها مؤثر هستند که از آن‌ها می‌توان به فشار ترگر، نقش گلوکز با محو شدن نشاسته، نقش پمپ پتاسیم و H، نقش pH، نقش نور و CO2 اشاره کرد؛

فشار ترگر:

هرگاه فشار ترگر سلول‌های گارد (نگهبان روزنه) افزایش یابد روزنه باز و هرگاه این فشار کاهش یابد روزنه بسته می‌شود. برای تغییر فشار ترگر لازم است که آب وارد واکوئل سلول گارد شود و یا از آن خارج شود بنابراین سلول‌های گارد بایستی با سیستم اطراف خود در تعادل باشند لذا اگر تمام اجزای اطراف سلول گارد باهم برابر شوند حرکت آب از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر وجود نخواهد داشت پس نتیجه می‌گیریم برای باز و بسته شدن روزنه بایستی تعادل بین سلول‌های گارد و محیط اطراف به هم بخورد.



مکانیزم‌های مقاومت گیاهان برای تحمل به خشکی شامل مقاومت کوتیکولی، مقاومت لایه مرزی و مقاومت روزنه‌ای می‌باشد:

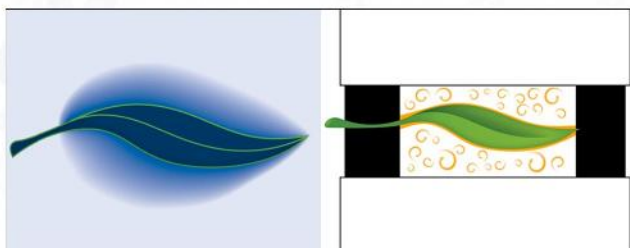
مقاومت کوتیکولی:

بخشی از آب تلف‌شده‌ی گیاه از سطح اپیدرم (۵ تا ۱۵ درصد) خارج می‌شود وجود کرک، موم، کیتین که کوتیکول پوششی برگ و گیاه را تشکیل می‌دهند از تلفات آب از این طریق می‌کاهند که به آن مقاومت کوتیکولی می‌گویند اگر تعداد لایه‌ی اپیدرم و قطر آن‌ها بیشتر باشد مقاومت کوتیکولی بیشتر می‌شود.



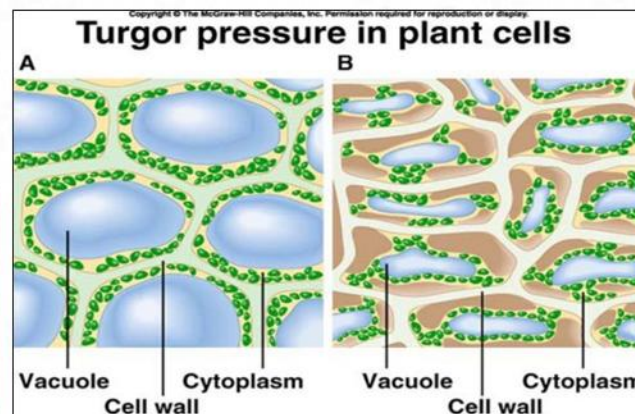
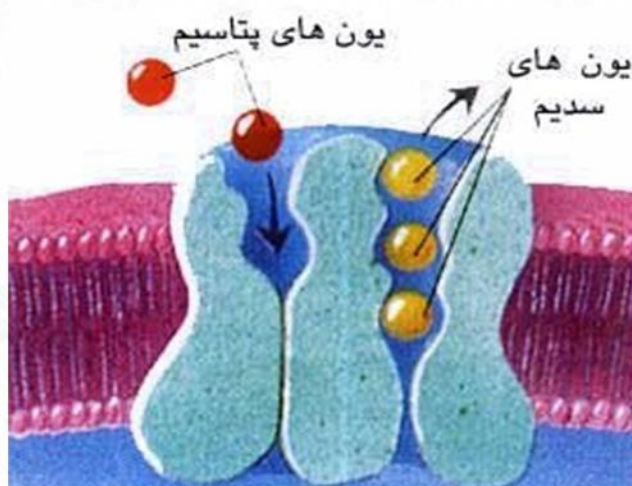
مقاومت لایه مرزی:

در اثر خروج آب از سطح پوسته‌ی گیاه یک لایه‌ی بسیار نازک بخار در نزدیکی سطح پوست وجود دارد که به نام لایه‌ی مرزی معروف است این لایه رطوبتی بیشتر از محیط دارد که حفاصل محیط و بافت گیاه می‌باشد که شیب خروج آب از بافت گیاه و محیط بیرون را کم می‌کند هرچه این لایه ضخیم‌تر باشد تلفات آب کمتر است. باد چون مقاومت لایه‌ی مرزی را از بین می‌برد باعث افزایش شدید تعرق گیاه می‌شود (مخصوصاً اگر باد گرم باشد).



مقاومت روزنه‌ای:

روزنه نقش بسیار زیادی در کنترل آب خروجی گیاه داشته و عامل اساسی خروج آب می‌باشد و در زمان باز بودن کامل مقاومتی در حدود ۲۰ تا ۲۵ ثانیه در هر سانتی‌متر ایجاد می‌کند و در مصرف آب صرفه‌جویی می‌کند به همین دلیل



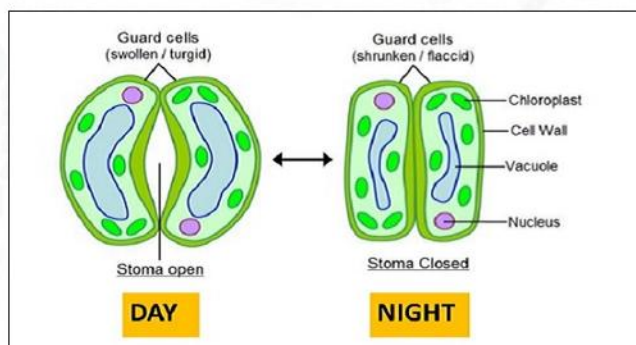
نقش گلوکز با محو شدن نشاسته:

در گذشته تغییرات پتانسیل اسمزی را به مواد فتوسنتزی نسبت می‌دادند و اعتقاد داشتند که چون سلول‌های گارد دارای کلروپلاست هستند و قند تولید می‌کنند در نتیجه باعث افزایش پتانسیل اسمزی می‌شوند. همچنین مشاهده شده بود که زمانی که روزنه باز است نشاسته محو می‌شود؛ که احتمال می‌دادند نشاسته در جهت افزایش پتانسیل اسمزی تبدیل به گلوکز می‌شود اما امروزه با بررسی‌های دقیق علمی به دو واقعیت مسلم زیر رسیده‌ایم:

الف) اندازه‌گیری‌های دقیق نشان می‌دهد که علی‌رغم محو نشاسته در زمان باز بودن روزنه مقدار گلوکز افزایش می‌یابد.

ب) علی‌رغم اینکه سلول‌های گارد کلروپلاست دارند ولی کلروپلاست آن‌ها گرانا و بسیاری از آنزیم‌های فتوسنتزی را ندارند.

۲. در تاریکی مطلق چنانچه هوای بدون CO_2 وارد محفظه‌ی رشد کنیم باوجود عدم انجام فتوسنتز روزنه‌ها بازتر می‌شوند بنابراین در پایان نتیجه‌گیری شد که نور نقش غیرمستقیم داشته و علت تأثیر آن بر روزنه به دلیل کاهش CO_2 و مصرف آن در حضور نور توسط فرآیند فتوسنتز می‌باشد. بنابراین هرگاه غلظت CO_2 فضای بین سلولی با CO_2 موجود در محفظه‌ی زیر روزنه بازتر می‌شود و لذا پی بردند عامل اصلی در باز و بسته شدن روزنه‌ها CO_2 است.



نقش پمپ پتاسیم و هیدروژن:

در اواخر دهه‌ی ۱۹۹۶ میلادی مشخص شد که غلظت یون پتاسیم در سلول‌های گارد در شرایط باز بودن روزنه (۴۵٪ میلی‌متر) به مراتب بیشتر از زمانی است که روزنه بسته است (از ۱٪ میلی‌متر) محاسبات بعدی نشان داد با ورود یا خروج K^+ و آنیون همراه آن گرچه می‌تواند باعث باز و بسته شدن روزنه می‌شود. ولی نقش اصلی آن در ورود یا خروج آب به سلول گارد ایفا می‌شود. بعداً مشخص شد که آنیونی که همواره پتاس عمل می‌کند یون کلر است و با ورود K^+ به داخل سلول گارد مقدار پتانسیل اسمزی افزایش و پتانسیل سلول‌های گارد کم می‌شود. در نتیجه آب از سلول‌های همراه یا اطراف وارد گارد شده و باعث باز شدن روزنه‌ها می‌شود.

راه‌های تشخیص تشنگی و کم‌آبی در گیاه:



۱. پژمردگی برگ‌ها

۲. متمایل شدن رنگ گیاه به سبز تیره

۳. لوله شدن برگ‌ها

۴. تغییر در دمای برگ (دمای پایین وجود آب و بلعکس)

۵. تغییر در هدایت روزه‌ای (اندازه‌گیری توسط دستگاه پرومتر هرچقدر هدایت روزه‌ای بیشتر باشد مقدار آب برگ بالاست و بلعکس)

۶. تراوایی غشای برگ

۷. شاخص‌های مقاومت به خشکی:

۱- شاخص مقاومت به خشکی (S)

۲- شاخص تنش (CWSI)

گیاهان از نظر مقاومت به شوری به ۲ گروه زیر تقسیم می‌شوند:

۱- هالوفیت‌ها (نمک دوست‌ها)

۲- گلیکوفیت‌ها (قند دوست‌ها)



راه‌های اندازه‌گیری تنش خشکی در گیاهان:

۱- روش‌های مستقیم (تخریبی): در این روش بخشی از گیاه یا کل اندام گیاه کنده شده و دچار صدمه می‌شود این روش‌ها دقیق‌تر بوده و اغلب در پژوهش‌های بین‌المللی از این روش‌ها استفاده می‌شود. بمب فشاری، ترموکوپل پسیکرومتر، محتوای رطوبت نسبی از جمله این روش‌ها هستند.

۲- روش‌های غیرمستقیم (غیر تخریبی): در این روش گیاه از بین نمی‌رود و از طرفی روشی سریع و ارزان می‌باشد. پژمردگی برگ، لوله‌ای شدن برگ، دمای برگ، هدایت روزه‌ای، تراوایی غشای برگ، تغییر رنگ برگ، شاخص‌های خشکی (S.CWSI)

هالوفیت‌ها (نمک دوست‌ها):

این گروه به غلظت بالای نمک مقاوم‌اند این‌ها از نمک به عنوان یک ابزار استفاده کرده و ضمن زندانی کردن آن داخل واکوئل اجازت صدمه دیدن اندام‌های داخلی سیتوپلاسم را نمی‌دهند و از طرفی با کم کردن پتانسیل سلول خود توان خود را در جذب آب از سایر سلول‌ها و بافت خاک را افزایش می‌دهند گیاهان هالوفیت اغلب با چاره‌اندیشی و مدیریت نمک درون خود مقاومت نشان می‌دهند؛ مثل علف شور-تاغ-گز-قیاق.



تنش شوری

حضور املاح به غلظت‌های بالا در محلول خاک به گونه‌ای که به صورت جزئی و کلی به گیاه صدمه بزند تنش شوری گفته می‌شود و مقدار آن را با EC نشان می‌دهند. مهم‌ترین و سخت‌ترین تنش‌ها شوری است به دو دلیل یک اینکه می‌آید و بر نمی‌گردد و دوم اینکه چراغ خاموش می‌آید.

گلیکوفیت‌ها (قند دوست‌ها):

این گروه نسبتاً به شوری و حضور نمک حساس هستند قادر نیستند مثل هالوفیت‌ها برای تنظیم اسمزی خود از نمک کمک بگیرند بنابراین در صورت تنظیم اسمزی بخشی از ذخایر فتوسنتزی خود را تبدیل به قندهایی محلول کرده و از آن برای تنظیم اسمزی خود استفاده می‌کنند و باعث کاهش رشد عملکرد آن‌ها خواهد شد بعضی از گیاهان این گروه با فرار از نمک به‌طور نسبی یک مقاومت در خود ایجاد می‌کنند مثل گل دادن ارقام جو، خاکشیر، کلزای پاییزه، قبل از گرم شدن شدید هوا و تجمع نمک در درون خاک.



به‌طور کلی محققین اثرات بارز شوری بر گیاهان را به ۳ دسته ی مهم و به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌کنند؛ فیزیولوژیک، مسمومیت یونی، تخریب دیواره‌ی سلولی

خشکی فیزیولوژیک

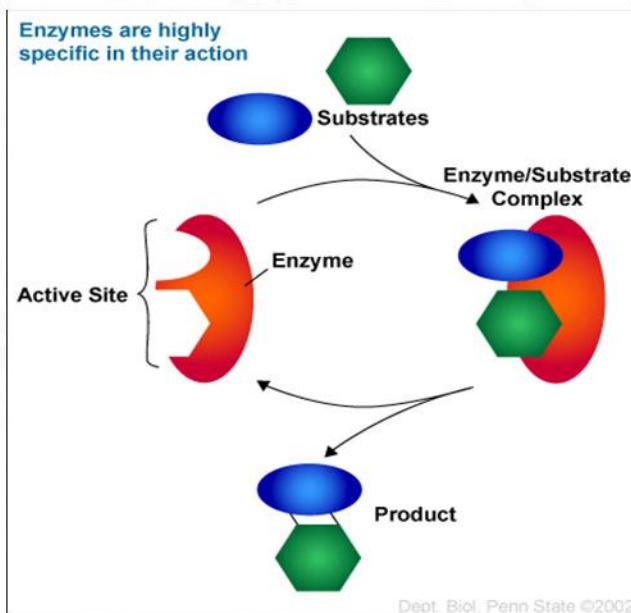
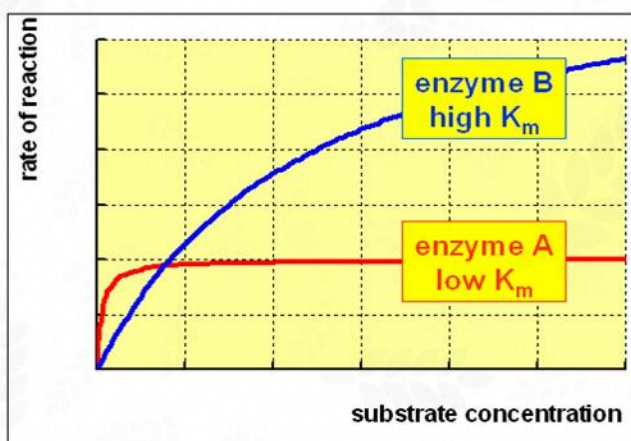
با ورود نمک به درون خاک قدرت جذب آب ریشه کاهش می‌یابد زیرا انرژی آزاد آب موجود در خاک کاهش یافته و توان ریشه در جذب آب پایین آمده و گیاه دچار تنش خشکی می‌شود که نهایتاً پژمردگی برگ‌ها را به دنبال دارد.



مسمومیت یونی

تجمع یون در سیتوسل همواره خطر آفرین است چنانچه غلظت یک یا چند یون افزایش یابد

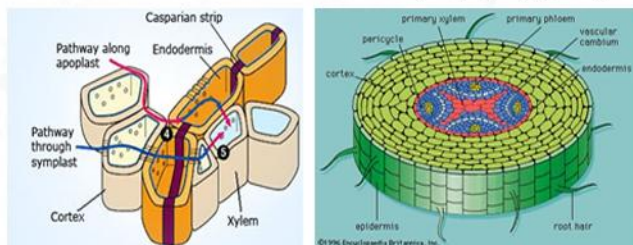
- ۱- سلول آن‌ها را در واکنش نگهداری می‌کند
- ۲- فعالیت آنزیم‌های درون سلول کاهش یافته و K_m آنزیم افزایش یافته
- ۳- تغییر فرم آنزیم‌ها و از دست دادن ساختمان خود



اثر شوری بر دیواره‌ی سلولی و غشاء

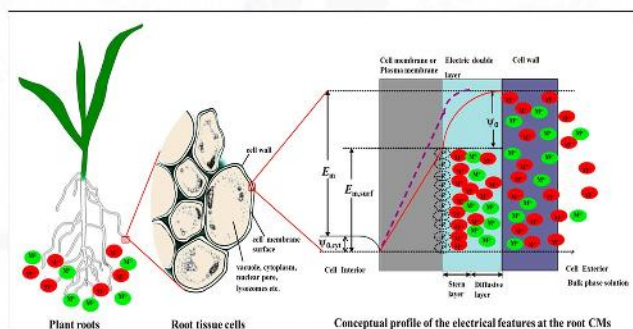
ساختمان غشاء از دو لایه‌ی چربی تشکیل شده است که نوع چربی در غشاهای مختلف متفاوت است ممکن است فسفولیپید یا گلیکولیپید باشد در حدفاصل لایه های چربی پروتئین وجود دارند به‌طوری‌که از نظر وزنی ۵۰ درصد دیواره را پروتئین و ۵۰ درصد دیگر را چربی تشکیل داده است.

دوم اینکه کنترل آندودرمی گیاهان هالوفیت که از ورود نمک ها با حجم زیاد در مسیر تارهای کشندهی ریشه های فرعی با توجه به ویژگی های خاص آناتومیکي جلوگیری می کند بنابراین در هالوفیت ها نه تنها آندودرم بلکه تمام سلول های مسیر نقش کنترلی خود را دارند.



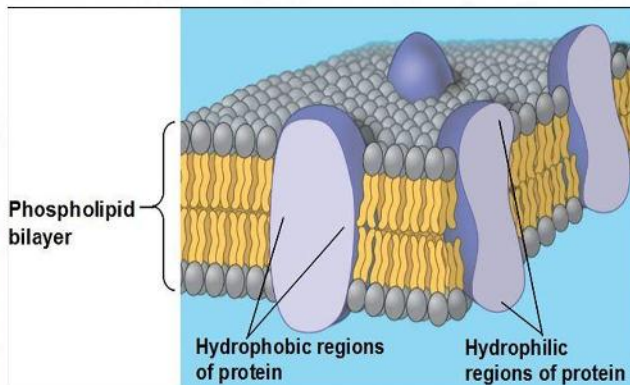
تجمع نمک در سلول های ریشه (گیاهان تجمع دهندهی نمک)، یکی دیگر از مکانیسم های مقاومت به شوری می باشد؛ این گیاهان به دو طریق عمل می کنند:

اول اینکه از انتقال نمک به اندام های حساس فتوسنتزکننده جلوگیری کرده و عمدتاً در واکوئل سلول های ریشه تجمع می دهند، دوم با تجمع و ذخیره کردن نمک در سلول های ریشه پتانسیل ریشه را کاهش داده (منفی تر) و به این شکل توان جذب آب توسط ریشه را افزایش می دهند.

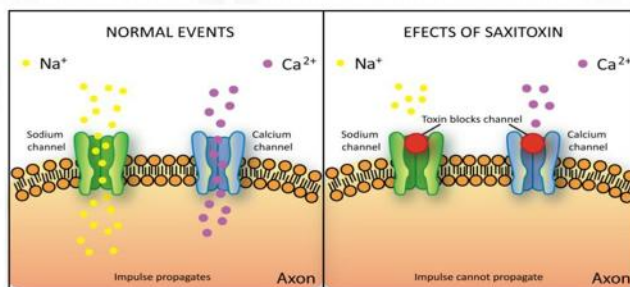


خارج کردن نمک در سطح برگ و دفع آن نیز یکی دیگر از مکانیسم های مقاومت در تنش شوری است. زمانی که غلظت نمک در آپوپلاست برگ به یک حد معین برسد گیاه به کمک آبکش های خاص که به همین منظور توسعه یافته اند یون های ناخواسته و نمک را در سطح برگ و بر روی کرک های ترشحي هدایت می کنند تا از این طریق به سه هدف برسند.

- از خشکی فیزیولوژیک سیمپلاست جلوگیری کنند
- تشعشعات پرنرژی و نورهای شدید را در طول روز منعکس کرده و از گرم شدن شدید بافت ها بکاهند
- شبهنم و بخار شب جمع آوری شده و باعث خنک تر کردن گیاه می شود.

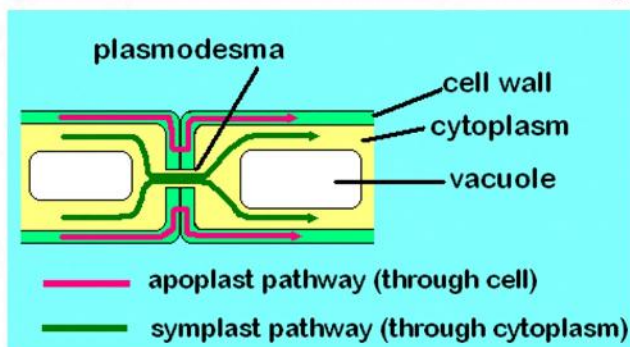


کلسیم به عنوان پلی ۲ بخش هیدروفیل چربی ها را به هم وصل می کند که این عمل باعث ارتباط بیشتر یا نزدیک تر شدن به چربی ها می شود در اثر ورود نمک یون Na^+ جانشین کلسیم شده بدون اینکه بتواند نقش کلسیم را در حفظ تراوایی غشاء ایفا کند در نتیجه تراوایی غشاء به هم خورده که این مسئله به خصوص در سلول های ریشه از اهمیت بالاتری برخوردار است.

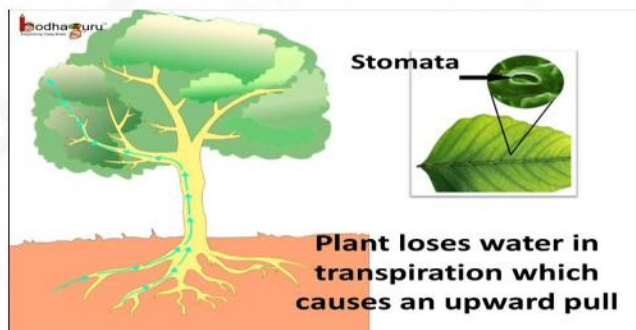


مکانیسم های مقاومت گیاهان در مقابل شوری:

مکانیسم آندودرمی گیاهان هالوفیت نسبت به گیاهان گلیکوفیت فعال تر است، این مکانیسم شامل دو بخش می باشد اول اینکه هالوفیت ها انتقال یون را به صورت سیمپلاستی از نوک تارهای کشنده تا آوند چوبی انجام می دهند در حالی که گلیکوفیت ها این عمل را به صورت آپوپلاستی انجام می دهند.

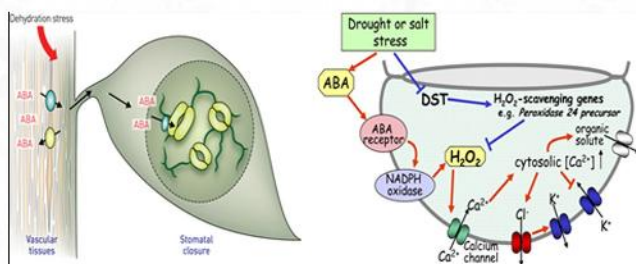


می‌شود لذا گیاهان هالوفیت با بستن روزنه‌ها در طول روز تولید کرک تبدیل برگ‌ها به خار ضخیم‌تر کردن کوتیکول تراکم بیشتر سلول‌های مزوفیل برگ افزایش مقاومت‌های ساقه و برگ تغییر زاویه‌ی برگ تعرق را تا حد ممکن کاهش می‌دهد.



یکی دیگر از مکانیسم‌های مقاومت بزرگ‌گردن سلول‌ها و واکوئل‌ها در شرایط شور است؛ هالوفیت‌ها با بزرگ کردن سلول‌ها و بافت‌های گوشتی نمک را در سطح وسیع‌تری تقسیم و بدین‌وسیله غلظت نمک را کاهش می‌دهند. علف شور و کاکتوس از این مکانیسم استفاده می‌کنند.

همچنین مکانیسم‌های بیوشیمیایی خاصی در گیاهان وجود دارد که پروتئین‌های کم‌وزنی را برای حفظ طبیعی غشا در حضور نمک سنتز می‌کنند که اخیراً ترکیب پروتئینی به نام اسموتین (Osmotin) کشف شده است که در هنگام شوری سنتز شده و محافظت از غشا را بر عهده دارد؛ که عامل القای سنتز این پروتئین هورمون ABA است.



منابع:

۱. محمد کافی و همکاران، فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان، چاپ اول ۱۳۸۸، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

2. www.crop.blogsky.com

3. textdanlowd.blogfa.com

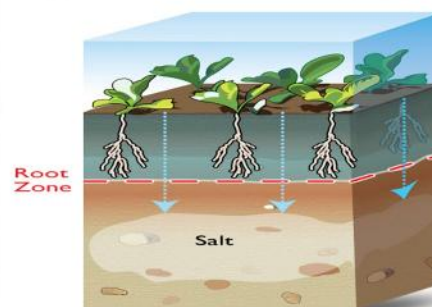
4. Complexity of the heat stress response in plants, Sachin Kotak¹, Jane Larkindale², Ung Lee², Pascal von Koskull-Doering¹, Elizabeth Vierling² and Klaus-Dieter Scharf



ریزش دادن برگ‌ها نیز از مکانیسم‌های مقاومت است؛ زمانی که غلظت نمک در برگ‌های بالغ به حد معینی برسد با ریزش دادن این برگ‌ها نمک دفع می‌گردد این عمل زمانی مفید است که برگ‌ها کاملاً سن اقتصادی خود را سپری کرده و دوم اینکه گیاه مکانیسمی داشته باشد که از طریق انتقال یون‌ها به وسیله برگ‌های در حال ریزش از شوری بیش‌ازحد جلوگیری کند.



انتقال نمک‌ها از اندام هوایی به ریشه و ترشح آن از ریشه به خاک مکانیسم دیگر مقاومت به شوری است؛ اعتقاد بر این است که این عمل از طریق آوند آبکش انجام شود ولی هنوز مکانیسم کامل آن مشخص نیست و از طرفی به دلیل شور کردن دوباره‌ی خاک اهمیت آن مورد سوال است.



کاهش تعرق به روش‌های مختلف از مکانیسم‌های مقاومت به شوری است؛ چون نمک از طریق آوند چوبی ریشه به سمت بالا می‌رود کاهش تعرق، کاهش ورود نمک را موجب

آبیاری مغناطیسی

فاطمه قبادی^۱

دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی

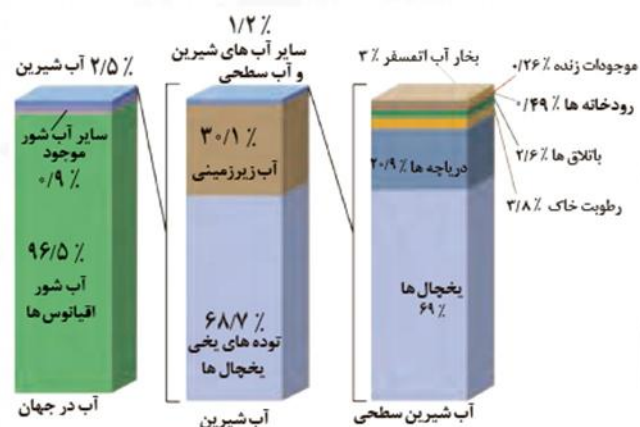
دانشگاه تهران



افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به مواد غذایی، بشر را به سمت بهره‌برداری نادرست از منابع آب و خاک سوق داده است. روند بهره‌برداری نادرست از منابع، پایداری بخش کشاورزی را با مشکل مواجه خواهد کرد. عدم مصرف مواد آلی و همچنین مصرف بی‌رویه آب، سم و کودشیمیایی باعث افزایش تراکم خاک، افزایش وزن مخصوص و کاهش نفوذ پذیری خاک گردیده است. به همین دلیل ساختمان خاک فشرده شده و شرایط مساعدی برای رشد و توسعه ریشه گیاه وجود ندارد.

یکی از ویژگی‌های مناطق خشک و نیمه خشک، که تقریباً اکثر نقاط ایران را شامل می‌گردد، شوری و سدیمی بودن اراضی و منابع آبی است. به عبارت دیگر وضعیت آب و هوایی در این مناطق باعث شده است که دو عامل مهم در زراعت، یعنی آب و خاک، از کیفیت چندان خوبی برخوردار نباشند. در مناطقی که با کاهش آب مناسب روبرو هستند، کشت زمین های شور و استفاده از آب‌های حاوی نمک‌های محلول مورد توجه قرار می‌گیرد.

شوری آب آبیاری شامل کل املاح محلول در آن می‌باشد. کاتیون‌های کلسیم، منیزیم، سدیم و آنیون‌های کلر، سولفات و بی‌کربنات از مهم‌ترین یون‌های تشکیل‌دهنده شوری می‌باشند. کیفیت آب یا شوری (EC) و سدیمی بودن (SAR) آب بر نفوذپذیری آن مؤثر است.



شکل ۱ تقسیم‌بندی کیفیت و میزان آب در سطح جهان

پالایش فیزیکی آب

در روش پالایش فیزیکی آب، بدون استفاده از مواد شیمیایی و سمی، سعی در پایداری، پالایش و ضدعفونی آب گردیده و



1.Fghobadi@ut.ac.ir

و روشی کاملاً امن برای محیط زیست به شمار می‌رود.

انواع روش‌های فیزیکی اصلاح آب:

الکترومغناطیسی، مغناطیسی، اولتراسونیک، ماوراءبنفش، انجماد، تزریق ازن، اسمز معکوس، تبادل یونی، اشعه گاما.

تاریخچه کشف و کاربرد

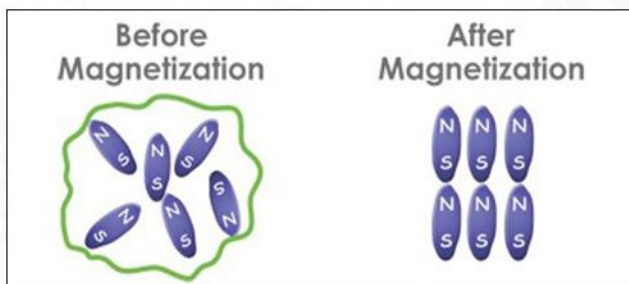
پالایش مغناطیسی آب مربوط به سال ۱۹۳۰ در کشور روسیه می‌باشد. اثر مغناطیس روی آب به‌طور اتفاقی توسط دانشمندان روسی مشاهده گردید. هنگامی که برای انتقال نفت سیبری با مشکل رسوب جرم و ناخالصی در جدار لوله یا رسوب املاح در داخل لوله‌های آب نیروگاه‌های اتمی مواجه بودند، که ضمن کاهش سطح مقطع لوله‌ها و افزایش افت انرژی، عبور آب یا سیالات داخل لوله‌ها را مختل می‌کند. آن‌ها دریافتند که آب مغناطیس شده جرم داخل لوله‌ها را پاک و از رسوب مجدد روی جدار لوله‌ها جلوگیری می‌کند.

اما اولین کاربرد عملی آب مغناطیسی در سال ۱۹۴۵ بود، زمانی که مهندس بلژیکی به نام تئو ورمین (theo vermeim)، دستگاه تصفیه مغناطیسی آب (Magnetic Water Treatment) را در مقیاس آزمایشگاهی، به‌منظور جلوگیری از تشکیل رسوب در سیستم‌های گرمایشی صنعتی که از آب سخت استفاده می‌کنند، اختراع کرد. پس از ۵ سال و در همان سال‌ها بیش از ۵۰ کشور از جمله آمریکا، شوروی، فرانسه، انگلیس و دیگر کشورهای صنعتی از MWT در صنعت بهینه‌سازی آب استفاده کردند. این روش امروزه در اکثر کشورهای جهان با رضایت کامل از عملکرد آن مورد استفاده قرار می‌گیرد و مردم جهان به تحقیق و تجربه دریافته‌اند MWT جایگزین مطمئن برای نرم‌کننده‌های دیگر آب مثل سستون رزینی می‌باشد.

چگونگی اثر مغناطیس بر آب

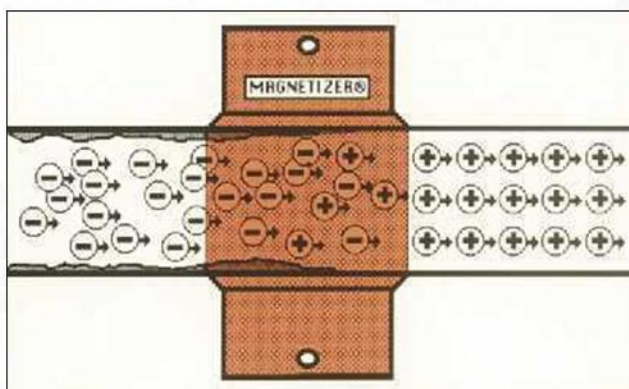
با اعمال انرژی مغناطیسی (استفاده از مگنت و ایجاد میدان مغناطیسی) می‌توان آب ساده را به مایعی با اثرات شیمیایی خاص تبدیل کرد، به‌طوری که خواص فیزیکی آب مغناطیسی شده از جمله دما، وزن مخصوص، کشش سطحی، قابلیت حل نمک و قابلیت هدایت الکتریکی آن تغییر می‌یابد. یکی از تغییراتی که در آب مغناطیسی ایجاد می‌شود نحوه آرایش بارهای الکتریکی مولکول‌های آب هست.

در آب‌های موجود و در دمای محیط، بیش از ۷۰ درصد مولکول‌های آب به‌صورت نامنظم قرار گرفته و بارهای مثبت و منفی آن‌ها در جایگاه طبیعی خود قرار ندارند. در صورتی که یک جسم دارای قدرت مغناطیسی با یکی از قطب هایش، مثلاً قطب جنوب (دارای بار مثبت) به آب نزدیک شود، مولکول‌های آب با قطب منفی به منبع مغناطیس نزدیک‌تر و مولکول‌های با بار مثبت از آن دور می‌شوند. این روند باعث می‌شود تا مولکول‌های آب (شامل کاتیون ها و آنیون‌ها) از حالت بی‌نظمی به‌صورت مرتب درآمده و نوع پیوند اکسیژن - هیدروژن از حالت مثلی به شکل یک خط تغییر کند.



شکل ۲- تغییر شکل مولکول‌های آب از حالت مثلی به خط بعد از عبور از میدان مغناطیسی

در این شرایط هیدروژن‌های مثبت دارای نیروی بیشتری شده و در نهایت نیروی منفی خالص مولکول آب به نیروی مثبت خالص آب مغناطیسی تبدیل می‌شود، در نتیجه بار الکتریکی مولکول‌های آب در این شرایط نسبت به آب معمولی متفاوت خواهد بود و ضمن تشکیل مولکول‌های کوچک‌تر آب، باعث افزایش تعداد مولکول‌های آب در واحد حجم و همچنین افزایش قدرت حلالیت آب می‌گردد.

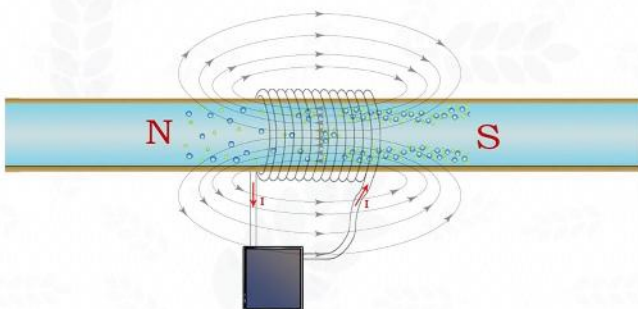


شکل ۳ تبدیل نیروی منفی خالص مولکول آب به نیروی مثبت خالص آب مغناطیسی

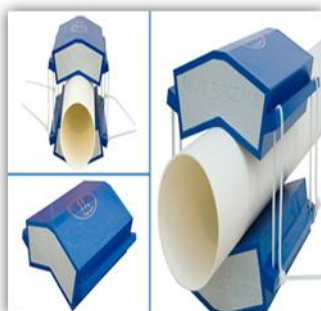
روش و چگونگی اجرا

در این روش مگنت‌هایی به دور لوله‌ها و در خروجی منبع آب نصب می‌شود. میزان سختی آب در این روش محدودیت محسوب نمی‌شود. میزان رسوب‌زدایی این روش نسبت به سایر روش‌ها بسیار بیشتر می‌باشد. کاربرد این روش نیازی به وجود برق نداشته و مگنت‌های سرامیکی دائم با اعمال میدان مغناطیسی با قدرت مناسب، ساختار سیال را تغییر داده و خواص فیزیکی آن را دگرگون می‌سازد. با اصلاح آب آبیاری، سختی آب تعدیل شده و آب نرم‌تری تولید می‌شود.

روش پالایش مغناطیسی آب در حال حاضر یکی از ارزان‌ترین و مؤثرترین روش‌ها برای اصلاح، پایداری و ضدعفونی آب آبیاری در کاربردهای کشاورزی به‌شمار می‌رود. سهولت نصب در این روش از سایر روش‌ها بیشتر بوده و کاربر خود به راحتی قادر به نصب و استقرار سیستم می‌باشد.



نمونه‌هایی از مگنت‌های مورد استفاده

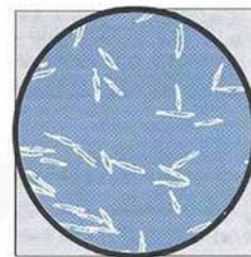


درواقع این روش ماده‌ای به آب اضافه یا کم نمی‌کند. در حالت معمولی با ورود ۱۰۰ گرم کلسیم در آب ورودی به یک لوله‌ی آب، ۸۰ گرم کلسیم از آن خارج می‌شود، در صورتی که اگر از آبیاری مغناطیسی استفاده شود، همه ۱۰۰ گرم کلسیم از آن خارج می‌شود. با مغناطیسی کردن آب، کشش سطحی از ۱۰۰ دین بر سانتی‌متر (dyn/cm^2) به ۶۲ دین بر سانتی‌متر مربع (dyn/cm^2) کاهش می‌یابد. کاهش کشش سطحی آب، قدرت حلالیت آن را افزایش داده و درجه سختی را کاهش می‌دهد و با کاهش سختی، اکسیژن محلول افزایش می‌یابد.

در حالت معمولی ۸۰٪ املاح موجود در آب به شکل کلسیت و باقی به صورت آراگونیت می‌باشند. کلسیت‌ها بسیار چسبنده بوده و در زیر میکروسکوپ به شکل مکعب‌های مشابه بلورهای دانه‌ی نمک مشاهده می‌شود. پس از عبور از مقابل میدان مغناطیسی به شکل میله‌ای درآمده و شکل آن منظم شش وجهی خواهد شد که سنگین‌تر، فاقد بار الکتریکی و غیر چسبنده می‌باشند.

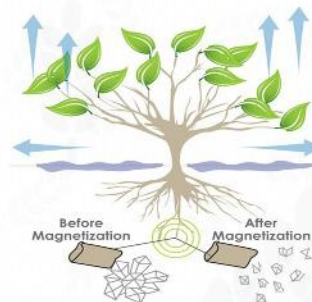


Calcite Crystal



Aragonite Crystal

املاح کلسیتی مسئول رسوب املاح در خاک و بر روی ریشه و ایجاد لکه‌های کلسیمی بر روی برگ در روش آبیاری بارانی می‌باشد که موجب سفتی خاک، شوری و کلوخه‌ای شدن آن و ممانعت از تهویه خاک می‌شود. رسوب روی ریشه‌ها با ممانعت از جذب آب و مواد غذایی باعث زرد برگ‌گی و سوء تغذیه شده و در حالت رسوب روی برگ، مانع از فتوسنتز می‌گردد. پس از پالایش فیزیکی آب ۸۰٪ املاح به شکل آراگونیت درآمده و در صورت نصب دو دستگاه ۹۶٪ املاح به شکل آراگونیت در خواهد آمد.



لازم به تذکر است برای خنثی‌سازی سدیم و شوری آب و خاک، کودهای آلی و کلسیمی و سیلیسمی نیز استفاده می‌شوند. هوموس و اسیدهیومیک موجود در این کودها، سدیم موجود در آب آبیاری یا خاک را با ایجاد کمپلکس آلی، کلیت نموده و تأثیرات مضر آن را خنثی می‌سازد.

۴- کاهش مصرف سم

عوامل پاتوژن (نظیر باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها و نیز خزه و جلبک‌ها) که در حد میکرون می‌باشند و دارای بار منفی هستند، به دلیل بار مخالف جذب کاتیون‌ها می‌شوند و از آن‌ها تغذیه می‌کنند.

در غیاب کاتیون‌ها اعمال حیاتی آن‌ها مختل گردیده و جمعیتشان کنترل می‌شود و خسارت آن‌ها به گیاه کاهش می‌یابد. در این شرایط نیاز به سمپاشی نبوده و یا دفعات سمپاشی کمتری لازم می‌باشد. همچنین با افزایش حلالیت آب و کاهش کشش سطحی آن می‌توان در سمپاشی و محلول پاشی از نازل‌های کوچک‌تر استفاده کرد تا مصرف کاهش یابد.

کاهش مصرف سم از نظر زیست‌محیطی و بهداشتی برای گیاهان و همچنین مصرف‌کنندگان آن ازجمله انسان اهمیت داشته و در مرحله بعد از نظر اقتصادی قابل توجه است. در گلخانه‌ها (مخصوصاً به‌روش هیدروپونیک)، نهال‌خانه‌ها و سالن‌های پرورش قارچ، ضدعفونی بستر، آب و محیط کشت با حذف یا کاهش مصرف سموم خطرناک راحت‌تر انجام خواهد شد.

۵- زودرسی محصول و افزایش کمیت و کیفیت محصول

با پالایش آب آبیاری، محصول در حدود ۱۵ الی ۲۰ روز زودرس می‌شود. البته در صورت مساعد بودن شرایط اقلیمی و اعمال روش‌های کم آبیاری میزان زودرسی بیشتر خواهد شد. زودرسی محصول نیز مزایایی به همراه خواهد داشت:

کاهش ریسک ناشی از برخورد زمان برداشت با شرایط سرمازدگی، تگرگ، تندبادها و ...

کاهش خسارت آفات

تغذیه بهتر گیاهی

همچنین ارائه زودتر محصول در بازارها

افزایش کمی کیفی محصول و سودآوری اقتصادی برای کشاورزان



مزایای آبیاری مغناطیسی

۱- افزایش کارایی مصرف آب به میزان ۳۰٪

طبق تعریف کارایی مصرف آب که بیانگر میزان آب مصرف‌شده برای تولید هر واحد محصول می‌باشد، مخرج کسر با کاهش نیاز آبی گیاه از طریق کنترل هدر رفت (تبخیر از سطح خاک، نفوذ عمقی، رواناب و زودرسی محصول) کمتر شده و صورت کسر با افزایش کمیت محصول ارتقا می‌یابد.

همچنین با کوچک‌تر شدن مولکول‌های آب و کاهش کشش سطحی و افزایش حلالیت آب، امکان نفوذ آب از روزه‌های برگ فراهم شده و در سیستم‌های آبیاری بارانی مدت زمان آبیاری کاهش می‌یابد. با کاهش ۳۰ درصدی مصرف آب، می‌توان زمین‌های بیشتری را به کشت فاریاب اختصاص داد.

۲- افزایش کارایی مصرف کود

افزایش حلالیت آب باعث حل شدن املاح خاک حتی املاح تثبیت‌شده، مانند فسفات‌های نامحلول و ریزمغذی‌ها خواهد شد که در نتیجه‌ی آن، میزان مصرف کود با ارتقاء راندمان جذب، کاهش می‌یابد. در گلخانه‌های هیدروپونیک که تغذیه گیاه منحصر به کودآبیاری بوده، میزان کمتری کود برای اختلاط با آب نرم مورد نیاز است. همچنین کود مصرفی بر روی بستر کشت رسوب نکرده و هدر نمی‌رود و عمر بستر کشت در سیستم‌های هیدروپونیک نیز افزایش می‌یابد.

۳- اصلاح خاک

با تغییرات صورت گرفته در آب حتی سنگ گچ که در حالت عادی در آب معمولی (آب سخت) حل نمی‌شود یا به‌سختی و کم حل می‌شود، به‌خوبی در آب مغناطیسی حل شده و با تبادل با سدیم خاک، نفوذپذیری آب در خاک را تسهیل نموده و نیز تورم و متلاشی شدن خاکدانه‌ها را می‌برد.

MAGNETISED WATER TRIAL ON PEAS TASMANIA, 2016



TRIAL DONE BY R. CANNON, ULVERSTONE, TASMANIA

شکل ۴ اثر آبیاری مغناطیسی در نخود

نمونه‌هایی از نتایج کاربرد آب مغناطیسی



۶ - سایر مزایا

امکان کاشت متراکم‌تر

اصلاح نفوذپذیری آب در خاک

حد اقل مصرف بذر

مقاومت بیشتر به سرمازدگی و یخ‌زدگی (با توسعه ریشه و جذب کامل‌تر املاح، گیاه سالم‌تر و قوی‌تری خواهیم داشت)

تقویت جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک (حذف پاتوژن‌های آب، باعث از بین رفتن مسئله رقابت با میکروارگانیسم‌های خاک شده و جمعیت و کارایی آن‌ها افزایش می‌یابد)

تقویت هورمون‌های رشد گیاهی

توسعه بیشتر سیستم ریشه (به دلیل اصلاح خاک، حرکت ریشه آسان‌تر خواهد شد)

جلوگیری از گرفتگی و رسوب در نازل‌ها در آبیاری تحت فشار

کاربردهای دیگر این روش

این روش علاوه بر بخش کشاورزی (زراعت)، در سایر بخش‌ها نیز مورد استفاده است. از جمله:

در بخش صنعت (جلوگیری از تشکیل رسوب در مبدل‌های حرارتی که از آب سخت استفاده می‌کنند)

در بخش صنعت ساختمان (استحکام بتن بسته به کیفیت آب مصرفی ۲۰ الی ۴۰٪ افزایش می‌یابد)

مگنوتراپی (با استفاده از آهنربا و آب مغناطیسی به کنترل درد و ترمیم سریع‌تر زخم‌ها، برطرف کردن تصلب رگ‌ها، درمان سنگ کلیه و... می‌پردازند)

پالایش و ضدعفونی آب در استخرهای پرورش ماهی

پالایش و ضدعفونی آب در آبخوری دام و طیور

و...

محدودیت‌های آبیاری مغناطیسی:

در صورت اعمال آبیاری بسیار زیاد، جهت آبهویی و با توجه به حالایت بالاتر آب پالایش شده به وسیله مغناطیس، امکان دارد برخی عناصر محلول شسته شده و از دسترس گیاه خارج گردد که در این صورت نیاز به کود دهی بیشتری خواهد بود.

تغییر ساختار آب موقتی بوده و در صورت ماندگاری آب در استخر یا مخزن، دوباره کیفیت آب به حالت قبل برمی‌گردد ولی ماندگاری اثر در این روش از سایر روش‌ها بیشتر می‌باشد.

4-Alimi, F., Tlili, M.M., Gabrielli, C., Maurin, G., Ben Amor, M. (2006). Effect of a magnetic water treatment on homogeneous and heterogeneous precipitation of calcium carbonate, *Water Research*, Volume 40, Issue 10, June, Pages 1941-1950.

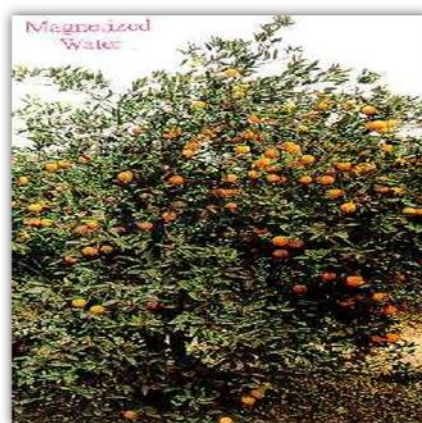
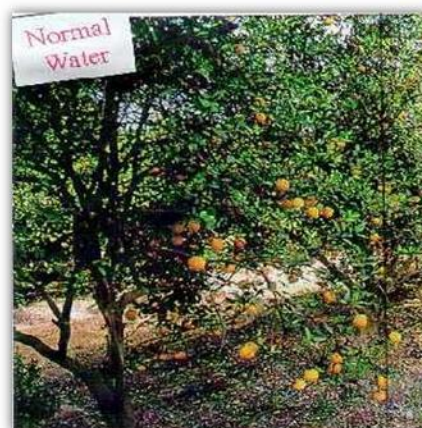
5-Gabrielli, C., Jaouhari, R., Maurin, G., Keddami, M. (2001). Magnetic water treatment for scale prevention *Water Research*, Volume 35, Issue 13, September, Pages 3249-3259.

6-Hozayn, M., Qados, A. M. S. A. (2010). Irrigation with magnetized water enhances growth, chemical constituent and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.), *Agriculture and Biology Journal of North America* Volume: 1 Issue: 4 Pages: 671-676.

7-Hozayn, M., Qados, A. M. S. A. (2010). Magnetic water application for improving wheat (*Triticum aestivum* L.) Crop production" *Agriculture and Biology Journal of North America* Vol. 1 No. 4 pp. 677-682

8-Knez, S., Pohar, (2005), The magnetic field influence on the polymorph composition of CaCO_3 precipitated from carbonized aqueous solutions, *C. J. Colloid Interface Sci.*, 281, 377-388.

9-Kobe, S., Drazic, G., McGuinness, P. J., Strazisar, (2001). The influence of the magnetic field on the crystallization form of calcium carbonate and testing of a magnetic watertreatment device, *J. J. Magn. Magn. Mat.*, 236, 71-76.



منابع:

۱- اوستر، جیمزدونالد و شینبرگ. کیفیت آب در آبیاری. ترجمه دکتر امین علیزاده، (۱۳۸۳). تهران، انتشارات آستان قدس رضوی.

۲- شاه نظری، علی، شیرازی، پویا (۱۳۹۶). اثر آبیاری با آب مغناطیسی بر نفوذپذیری و شوری خاک. علوم و مهندسی آبیاری جلد ۴، شماره ۳، پاییز، صص ۱۹-۱۱.

۳- فلاح، سیامک (۱۳۸۷). آبیاری مغناطیسی و کاربرد های آن. انتشارات عشق دانش.

گیاهان و پوشش مدیریت علف های هرز

(ویژگی های گیاهان پوشش،
اقلیم و نحوه کشت)

مهدی غفاری^۱

دانشجوی دکتری علوم علف های هرز

دانشگاه تهران



علف های هرز یک عامل محدودکننده در افزایش تولید محصولات کشاورزی به دلیل کاهش عملکرد و بازده اقتصادی می باشند. کنترل علف های هرز به طور عمده وابسته به کاربرد علف کش ها است. استفاده نادرست از سموم شیمیایی در طی سالیان متمادی صدمات و مشکلات زیست محیطی جبران ناپذیری مانند آلودگی محصولات، آب های زیرزمینی و پیدایش بیوتیپ های مقاوم علف هرز را سبب شده است.

کاهش پسماند علف کش ها یکی از مهم ترین مسائل زیست محیطی برای کشاورزان و محققان بخش کشاورزی است. طی سالیان گذشته افزایش علاقه به سامانه های کشاورزی پایدار به پیشرفت های قابل توجهی در شیوه کشت منجر شده است. تأکید به کاهش مصرف نهاده های شیمیایی در این سامانه های کشاورزی، به کاهش مصرف آفت کش ها و به ویژه علف کش ها منجر شده و سبب افزایش علاقه به روش های مدیریت جایگزین علف های هرز شده است. در نگرش نوین مدیریت علف های هرز به جای سعی در حذف علف های هرز تأکید بر مدیریت جوامع علف های هرز است که خود مستلزم شناخت دقیق روابط پویای علف هرز با گیاه زراعی می باشد.

دوره رشد علف های هرز غیریکنواخت است و در طول فصل رشد در زمان های مختلفی به حداکثر رشد خود می رسند؛ بنابراین، برای کنترل آن ها با استفاده از علف کش ها نیاز به چند مرحله سمپاشی می باشد. در حالی که با توجه به گسترش مقاومت علف های هرز به علف کش ها و تأثیرات مخرب زیست محیطی ناشی از مصرف آن ها، توسعه راه کارهای زراعی به عنوان یک گزینه ایمن و کم هزینه برای مدیریت علف های هرز در جهت کاهش مصرف سموم از اولویت های کشاورزی پایدار محسوب می شود؛ بنابراین در سال های اخیر روش های زراعی جهت توسعه توان رقابتی گیاهان زراعی و مهار رشد علف های هرز یا کاهش تأثیر رقابتی آن ها بر گیاهان زراعی، مورد توجه قرار گرفته است.

روش های زراعی در سطح گسترده ای طی دوره رشد فعال گیاه زراعی به کار گرفته می شوند. روش های زراعی شامل تناوب زراعی، استفاده از گیاهان زراعی پوششی خفه کننده و کودهای سبز، بقایای گیاهی، ژنوتیپ های زراعی با توانایی رقابتی و دگرآسیبی بهتر، تغییر تاریخ کاشت، تراکم و الگوی کاشت گیاه زراعی و ... هستند. این عوامل زمانی مؤثر خواهند بود که تفاوت رشد

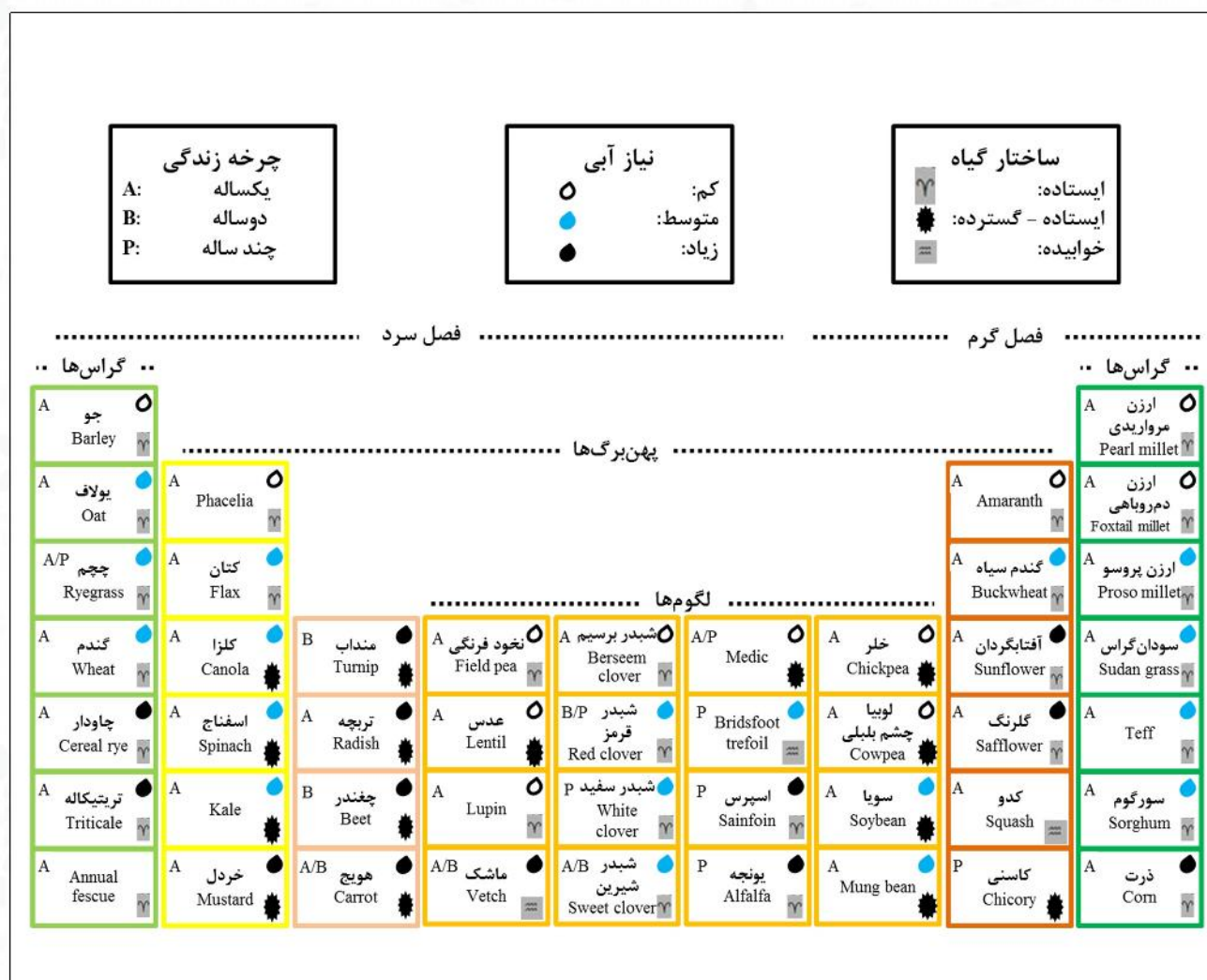


1. M.Ghaefari1362@gmail.com

بین گیاه زراعی و علف‌های هرز را به سود گیاه زراعی تغییر دهند. در سال‌های اخیر گیاهان پوششی به‌عنوان بخشی از سامانه های کشاورزی پایدار محبوبیت زیادی به‌دست آورده‌اند. گیاه پوششی اصطلاحی کلی و دربرگیرنده دامنه وسیعی از گیاهان است که به دلایل اکولوژیکی متفاوتی به‌غیر از اهداف اقتصادی، کاشته می‌شوند. این گیاهان ممکن است در تناوب با گیاهان اصلی قرار گیرند و یا هم‌زمان با آن‌ها برای یک دوره کوتاه و یا در تمام طول فصل رشد، حضور داشته باشند. با توجه به هدف از کاشت گیاهان پوششی، به آن‌ها کود سبز، گیاهان خفه‌کننده، مالچ زنده یا گیاهان تله نیز گفته می‌شود. به تعبیر دیگر گیاهان پوششی، گیاهانی هستند که در یک سامانه کشاورزی برای چند منظور از جمله افزایش مواد آلی خاک، حفظ و یا افزایش قابلیت دسترسی سایر گیاهان به عناصر غذایی، بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، جلوگیری از فرسایش خاک، سایه اندازی بر علف‌های هرز و یا محدود کردن آن‌ها از طریق اثرات دگرآسیبی و در مواردی برای کاهش مشکلات ناشی از عوامل بیماری‌زای خاک زاد، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

به‌منظور کنترل علف‌های هرز به‌وسیله گیاهان پوششی، بسته به ویژگی‌های گیاه و شرایط آب و هوایی این گیاهان را می‌توان به سه صورت زیر کشت نمود (شکل ۱):

- * کشت در دوره آیش
- * کشت به‌عنوان گیاه همراه، در کنار گیاه زراعی (کشت گیاهانی هستند که در یک سامانه کشاورزی برای چند منظور از جمله افزایش مواد آلی خاک، حفظ و یا افزایش
- * کشت به‌عنوان گیاه بین زراعی



شکل ۱ گیاهان پوششی در یک نگاه

کشت در دوره آیش



شکل ۲ کشت پاییزه چاودار و کلزا به عنوان گیاه پوششی در تناوب با سیب زمینی

کشت گیاهان پوششی به عنوان گیاه همراه

در صورتی که کشت گیاه پوششی در کنار گیاه زراعی اصلی انجام شود؛ این روش، کشت مخلوط یا کاربرد مالچ زنده گیاه پوششی در محصول زراعی نیز نامیده می شود (شکل ۳). کشت گیاهان پوششی با سایر گیاهان این پتانسیل را دارد که به عنوان راهکاری برای کنترل علف های هرز بکار رود، زیرا شرایطی را فراهم می کند تا ترکیبی از محصولات، سهم بیشتری از منابع قابل دسترس را نسبت به تک کشتی ها تصاحب نموده و آن ها را از دسترس علف های هرز خارج سازند. توانایی کشت مخلوط در کنترل علف های هرز به اجزای مخلوط، واریته انتخابی و آرایش فضایی آن بستگی دارد. قدرت رقابت بهینه در کشت های مخلوط در بعضی موارد ممکن است به علت زیاد بودن تراکم کل گیاهی آن نسبت به تک کشتی ها باشد.



شکل ۳- استفاده از مالچ زنده شبدر به عنوان گیاه پوششی در کشت ذرت

گیاهان پوششی در تناوب های یک ساله معمولاً از اوایل تا اواسط مهرماه کشت می شوند. آن ها در طول زمستان و اوایل بهار رشد می کنند و حدود ۳ تا ۴ هفته پیش از کاشت گیاه زراعی تابستانه، از بین برده می شوند (شکل ۲).

کنترل علف هرز به نوع گیاه پوششی، مدیریت بقایا، مدیریت خاک ورزی و جمعیت علف هرز بستگی دارد. ترکیبی از گیاهان پوششی و مدیریت ممکن است موجب کنترل علف های هرز شود یا روی آن تأثیری نداشته باشد و حتی گاهی جمعیت آن ها را بیشتر کند. در بیشتر موارد، هنگامی که گیاهان پوششی در تناوب های یک ساله استفاده شوند، تأثیر آن ها در کنترل علف های هرز می تواند مانند کارآیی علف کش ها باشد.

این گیاهان از سه طریق از رشد علف های هرز زمستانه جلوگیری می کنند: ۱- به صورت یک گیاه خفه کننده برای علف های هرز که در دریافت آب و مواد غذایی و نور با آن ها رقابت می کنند. ۲- سایه انداز گیاه پوششی در حال رشد می تواند از عبور نور جلوگیری نموده و بدین ترتیب فرکانس طول موج نوری و دمای قشر رویی خاک را تغییر دهد که این امر منجر به عدم جوانه زنی بذر یا کاهش رشد گیاهچه علف های هرز می شود. ۳- تولید ترشحات ریشه ای یا ترکیبات دگر آسید که همچون علف کش های طبیعی عمل می کنند.

در صورت جایگزین کردن گیاهان پوششی به جای آیش زمستانه، این گیاهان از راه رقابت برای دریافت نور و مواد غذایی، رشد علف های هرز را کنترل می کنند و تولید بذر آن ها را کاهش می دهند. بیشتر علف های هرزی که تحت تأثیر گیاهان پوششی واقع می شوند، آن هایی هستند که دوره رویشی خود را در پاییز، زمستان و یا اوایل بهار آغاز می کنند.

اگر گیاهان پوششی بتوانند به خوبی رقابت کنند، تقریباً بیشتر علف های هرز زمستانه یک ساله را کنترل خواهند کرد. به طور کلی مالچ زنده گیاهان پوششی زمستانه می تواند موجب کاهش رقابت علف های هرز با گیاهان زراعی اصلی در کشت بهاره شده و ممکن است بانک بذر علف های هرز را نیز به دلیل اختلال در چرخه زندگی آن ها کاهش دهد.

کشت گیاهان پوششی به عنوان گیاه بین زراعی

گیاهان بین زراعی پاییزه و زمستانه به‌ویژه بعد از برداشت غلات در بعضی مناطق معتدله سردسیری بسیار متداول بوده و در سال‌های اخیر کشت هیبریدهای حاصل از تلاقی بین تتراپلوئید گونه‌های جنس *Brassica* به نام‌های تجاری مختلف مانند *Perko* و *Noko*, *Buko*, *Tyfon*, *Nokonova* در مقیاس بسیار وسیع معمول شده است (شکل ۴). این گیاهان خوشخواراک بوده و تا تشکیل غلاف بذر خشبی نشده و ارزش علوفه‌ای خود را حفظ می‌کنند، ماده خشک آن‌ها بسیار کم ولی میزان پروتئین علوفه خشک بعضی از ارقام آن‌ها با میانگین ۲۴ درصد گاهی به ۲۶ درصد نیز می‌رسد. کاشت این گیاهان روشی ویژه برای جلوگیری از کاهش مواد آلی در سامانه‌های تک کشتی غلات می‌باشد.

این گیاهان به درجه حرارت پایین به‌خوبی مقاوم بوده و بلافاصله بعد از رفع سرما، رشد سریع گیاه مجدداً شروع می‌گردد. با توجه به رشد و ایجاد پوشش سریع در سطح خاک و از طرفی عملکرد بالای اندام‌های هوایی آن‌ها می‌توانند در مزارع ارگانیک و پایدار به‌عنوان گیاه پوششی و کود سبز مورد استفاده قرار گیرند. تولید ماده خشک در ریشه نسبت به قسمت هوایی این گیاهان قابل توجه بوده و به همین دلیل زراعت این گیاه در اراضی سنگین و فاقد مواد آلی و فعالیت مناسب بیولوژیکی به‌عنوان کود سبز دارای ارزش اقتصادی می‌باشد. این گیاهان به دلیل تولید زیاد زیست توده در سطح مزرعه سبب کنترل علف‌های هرز نیز می‌شود. کاشت آن به روش بین زراعی پاییزه بعد از برداشت محصول‌های زراعی تابستانه و قبل از کاشت غلات و یا بین زراعی زمستانه قبل از شروع کشت بهاره رایج می‌باشد.



شکل ۴- کشت پرکو (الف) و بوکو (ب) به عنوان گیاه پوششی بین زراعی

1. *Amaranthus retroflexus* L.
2. *Portulaca oleracea* L.
3. *Ambrosia artemisiifolia* L.

در گیاهانی که دارای رشد اولیه کندتر هستند، مشکل علف‌های هرز در ابتدای سال زراعی شدیدتر است. اگر این گیاهان با گیاهان برخوردار از رشد اولیه سریع، به‌صورت مخلوط کشت شوند، از رشد و نمو علف‌های هرز جلوگیری می‌شود. به‌عنوان مثال کشت مخلوط ذرت با ماش، ذرت با لوبیا و آفتابگردان با لوبیا در کنترل علف‌های هرز مؤثرتر از کشت خالص هر یک از اجزای کشت مخلوط است. چند کشتی همچون کشت مخلوط رشد علف‌های هرز را نیز کاهش می‌دهد و در نتیجه استفاده از علف‌کش‌ها کاهش می‌یابد. همچنین ثابت شده است که تداخل در بین اجزای محصول در مخلوط‌های افزایشی و یا جایگزینی، ضعیف‌تر از تداخل در بین محصولات و علف‌های هرز می‌باشد. هر دو نوع کشت مخلوط می‌توانند رشد علف‌های هرز را بیش از تک کشتی‌ها کاهش دهند. بسیاری از مطالعات، توانایی سرکوب علف‌های هرز توسط مالچ زنده در سامانه‌های کشت متفاوت را تأیید کرده‌اند.

پوتنام و همکاران (۱۹۸۳) گزارش کردند که گیاهان پوششی چاودار، سورگوم و جو در سرکوبی تاج خروس ریشه قرمز^۱، خرفه^۲ و علف قالی^۳ بسیار مؤثر بودند. این تأثیر به دلایل مختلف فیزیکی و شیمیایی شامل سایه‌اندازی، کاهش دما و تداخل دگرآسیب این گیاهان مرتبط می‌باشد. در تولید فلفل، استفاده از گیاه پوششی لوبیا چشم‌بلبلی به‌عنوان مالچ، توانست درصد سبز شدن علف‌های هرز را کاهش دهد. در پژوهشی دیگر، مالچ زنده شبدر زیرزمینی کاهش ۹۱ درصدی در وزن خشک علف‌های هرز و افزایش در عملکرد سویا را نسبت به کرت شاهد تداخل علف‌هرز به همراه داشت. طی مطالعه‌ای گزارش گردید، زیست‌توده علف‌های هرز ذرت با کاربرد مالچ زنده لوبیا به میزان ۶۸ درصد کاهش یافت. در گزارش دیگری اعلام شد، کشت شبدر به‌عنوان مالچ زنده در ذرت، سبب افزایش شاخص برداشت شد. در این آزمایش افزایش شاخص برداشت ذرت را در تیمار مذکور ناشی از کنترل علف‌های هرز دانستند. به‌طور کلی می‌توان اظهار داشت، کاربرد گیاهان پوششی به‌عنوان گیاه همراه به‌منظور مدیریت علف‌های هرز در دوره رشد گیاه زراعی، مستلزم انتخاب گیاه پوششی مناسب است.

- 7- Creamer, N.G., and Baldwin, K.R. 2000. An evaluation of summer cover crops for use in vegetable production systems in North Carolina', *Horticulture Science*, 35:600-603..
- 8- Dyck, E., Liebman, M. and Erich, M.S. 1995. Crop-weed interference as influenced by a leguminous or synthetic fertilizer nitrogen source. I. Doublecropping experiments with crimson clover, sweet corn and lambsquarters. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 56: 93-108.
- 9- Hutchinson, C. M. and McGiffen, M. E. 2000. Cowpea cover crop mulch for weed control in desert pepper production. *Horticultural Science*. 35: 196- 198.
- 10- Ilnicki, R. D. and Enache, A. J. 1992. Subterranean clover living mulch, An alternative method of weed control. *Agriculture Ecosystem and Environment*. 40: 249- 264.
- 11- Kruidhof, H., Bastiaans, M. L., and Kropff, M. J. 2008. Ecological weed management by cover cropping: effects on weedgrowth in autumn and weed establishment in spring. *Weed Research*, 48: 492-502.
- 12- Mihailovic, V. Eric, P. Marinkovic, R. Cupina, B. Marjanovic-Jeromela, A. Krstic, D. Cervenski, J. 2008. Potential of Some Brassica Species as Forage Crops. *Cruciferae Newsletter* 27:39-40.
- 13- Moynihan, J. M. Simmons, S. R. and Sheaffer, C. C. 1996. Intercropping annual medic with conventional height and semidwarf barley grown for grain. *Agronomy Journal*. 88: 823- 828.
- 14- Putnam, A. R. DeFrank, J. and Barnes, J. P. 1983. Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. *J. Chem. Ecol.* 9: 1001- 1010.
- در این مقاله سعی شد که شرح مختصری از ویژگی‌های گیاهان پوششی رایج و نحوه کشت آن‌ها به‌منظور مدیریت علف‌های هرز در سامانه‌های کشاورزی تحت شرایط اقلیمی مختلف، ارائه گردد. در شماره آتی به چگونگی کنترل علف‌های هرز زمستانه و تابستانه در سامانه‌های کشاورزی و روش‌های مدیریتی مختلفی که می‌تواند سبب بهبود کنترل علف‌های هرز با بهره‌گیری از گیاهان پوششی شود، پرداخته خواهد شد.
- منابع:**
- ۱- احمدوند، گ. غفاری، م. ۱۳۹۷. نقش گیاهان پوششی در پایداری بوم‌نظام‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا. ۲۶۰ صفحه.
 - ۲- مظاهری، د. ۱۳۷۳. کشت مخلوط به‌عنوان یک‌راه افزایش و پایداری محصول. مجموعه مقالات کلیدی سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تبریز، ۱۲-۱۷ شهریورماه، صفحه ۲۴۸ - ۲۳۸.
 - ۳- یگانه‌پور، ف. زهتاب سلماسی، س. ولی‌زاده، م. غفاری، م. بیگی نیا و. ناظری، پ. ۱۳۹۱. اثر تاریخ‌های مختلف کاشت گیاهان همراه، بر برخی صفات زراعی ذرت رقم سینگل کراس ۵۰۴. مجله پژوهش در علوم زراعی، سال چهارم، شماره ۱۵، صفحه ۱۱۰ - ۱۰۱.
 - 4- Altieri, M.A. and Liebma, M. 1986. Insect, weed and plant disease management in multiple cropping systems. In: Franc, C. A. (ed.). Multiple cropping systems, MacMillan Publishing Companay. New York, pp: 183 - 218.
 - 5- Caamal- Maldonado, J. A. Jime nez- Osornio, J. J. Torres- Barragan, A. and Anaya, A. L. 2001. The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping system. *Agronomy Journal*. 93: 27- 36.
 - 6- Carruthers, K. Prithviraj, B.F.Q., Cloutier, D. Martin, R.C. and Smith, D.L. 2000. Intercropping cron with soybean, lupin and forages: yield component responses. *Europ. J. Agron.*, 12: 103 - 115.

نام فارسی: علف‌مار، کبر، کور
 نام علمی: *Capparis spinosa*
 نام انگلیسی: Caper
 خانواده: کبریان (*Capparaceae*)
 چرخه زندگی: چندساله
 مسیر فتوستزی: سه کرنه (C⁺)



Photos taken by: Mahdi Ghafari (Ph.D student of weed science)

SILENT SPRING

The CLASSIC that LAUNCHED
the ENVIRONMENTAL MOVEMENT

RACHEL
CARSON

Introduction by LINDA LEAR Afterword by EDWARD O. WILSON

بهار خاموش

ناصر احمدی^۱

دانشجوی کارشناسی زراعت و اصلاح نباتات

دانشگاه تهران



جنبش جدید محیط‌زیستی که در دهه ۱۹۶۰ ظهور کرد، با کارسون و کتاب بهار خاموش او درخشید. کارسون یک نویسنده و دانشمند قابل احترام است که بهار خاموش را تألیف کرد تا توجه همگان را به تخریب حیات وحش به وسیله "آفت کش د.د.ت" برانگیزد. آنچه در کتاب کارسون تازگی داشت، آن بود که وی این گونه فناوری را نقد می کرد که در جهت بهتر کردن شرایط زندگی نژاد انسانی مورد استفاده قرار می گرفت تا اینکه یک توسعه خاص را هدف قرار دهد و همچنین در این کتاب، او نتایج بدون قصد و پیش بینی نشده این فناوری را آشکار می ساخت.

کارسون آشکار کرد که هرگاه که فهم و شناخت ما از نظام های طبیعی کامل نباشد، فعالیت های ما می تواند به بروز خسارات جدی به محیط زیست منجر شود. او از استفاده بدون تأمل شیوه "کنترل سریع" حشرات توسط مواد شیمیایی مصنوعی انتقاد کرد. او هشدار داد که این مواد شیمیایی دربردارنده دورنمای یک دنیای در حال مرگ است که در آن بهار، دیگر شاهد تولید موجودات جدید نخواهد بود و تنها در آن خاموشی حاکم است. کارسون نتیجه گرفت که "کنترل طبیعت" عملی خشونت آمیز است که زائیده زیست شناسی و بینش عصر نئاندرتال است، یعنی زمانی که تصور می شد که طبیعت فقط برای راحتی انسان می باشد. چالش کارسون در آفت کش ها، درواقع به طور ضمنی چالشی برای علم و نظریه پیشرفت فناوری بود.

این اثر توسط انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد و با تلاش عبدالحسین وهاب زاده و همکاران به فارسی ترجمه شده است.

فصل هشتم کتاب بهار خاموش نوشته راشل کارسون با این جمله ها شروع می شود: اکنون در بخش وسیعی از آمریکا، بهار بدون منادی بازگشت پرندگان آغاز می شود. صبحگاهان که روزگاری سرشار از آواز دل نشین پرندگان بود، اکنون به طرز غریبی خاموش است.

در ادامه این فصل خانم کارسون با اشاره به نامه یکی از شهروندان شهر هینسدال در ایالت ایلینوی به یکی از پرنده شناسان مشهور جهان در موزه تاریخ طبیعی آمریکا درباره کمیاب شدن پرنده ها در آن شهر، پرده از اتفاق ناگواری برمی دارد.

ماجرای این قرار است که شهروندان در برخی از شهرهای آمریکا که در آن ها درختان نارون علیه حشره ناقل عامل بیماری هلندی نارون، سمپاشی می شدند، شاهد بدن بی جان سینه سرخ هایی بودند که روی سنگفرش خیابان ها افتاده بودند. دیدن این صحنه ها دل دوستداران طبیعت و این پرندگان زیبا را که از قضا در آمریکا مژده آمدن بهار می دهند و به همین دلیل بسیار مورد علاقه مردم نیز هستند، به درد آورد. با بررسی علت جان باختن این پرنده ها مشخص شد، به دلیل استفاده وسیع از سموم شیمیایی در شهر، خاک به سم آلوده شده و در نتیجه کرم های خاکی که غذای پرندگان بودند، مسموم شده بودند. در نتیجه سینه سرخ ها با خوردن این کرم های خاکی، جان خود را از دست داده اند.

1. ahmadi.naser@ut.ac.ir



پژوهش کشاورزی و منابع طبیعی



فصلنامه علمی تخصصی انجمن علمی دانشجویی
زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران



راه های ارتباطی نشریه:

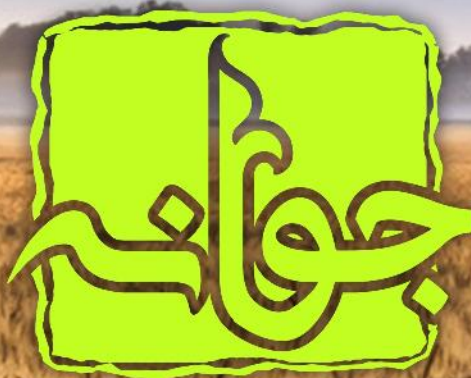
✉ @anjomanz

✉ anjomanzeraat@gmail.com

🌐 <http://Javanesj.ut.ac.ir>

تماس با مدیرمسئول:

☎ ۰۹۳۵۷۸۰۶۲۵۳



فصلنامه علمی تخصصی انجمن علمی دانشجویی
زراعت و اصلاح نباتات دانشکاه تهران
سال پنزدهم، شماره دوم (دوره جدید)، تابستان ۱۳۹۸