



## فصل ۵

### پرورش دهندۀ گل

## اهداف

- 1 هدف این کار (Task) بر اساس اهداف توانمندسازی عبارت‌اند از:
- 2 هورمون‌های گیاهی را توضیح دهد.
- 3 خصوصیات و نقش هورمون اکسین را شرح دهد.
- 4 بتواند تأثیر هورمون اکسین با انجام عملیات تفسیر نماید.
- 5 خصوصیات و نقش هورمون جیبرلین در گیاهان را شرح دهد.
- 6 خصوصیات و نقش هورمون سایتوکنین در گیاهان را شرح دهد.
- 7 خصوصیات و نقش هورمون اتیلن در گیاهان را شرح دهد.
- 8 خصوصیات و کاربرد هورمون بازدارنده اسید آسازیک در گیاهان را شرح دهد.
- 9 کشت بافت را توضیح دهد.
- 10 اثر هورمون‌ها در جوانه‌زنی بذر را توضیح دهد.
- 11 کندکننده‌های رشد و انواع آن را توضیح دهد.
- 12 نکات ایمنی و بهداشتی را طی عملیات رعایت نماید.

## دانسته‌های قبلی مورد نیاز هنرجویان

- هنرجویان قبل از شروع کار یا واحد یادگیری هورمون‌های گیاهی لازم است اطلاعات زیر را داشته باشند.
- 1 شناخت ساختمان گیاهان.
  - 2 مراحل رشد گیاهان (سبز شدن بذر، ریشه‌دهی، ساقه‌دهی، گل‌دهی و بذردهی)
  - 3 نکات ایمنی و بهداشتی در حین کار

## واژه‌های کلیدی

- کولتوپتیل
- آنزیم
- فتوپریود

## خلاصه محتوا

در واحد یادگیری هورمون‌های گیاهی در درس تولید و پرورش گیاهان زینتی، در مورد خصوصیات هورمون اکسین و نقش آن در گیاهان (شامل نورگرایی، زمین‌گرایی، تماس‌گرایی، تنظیم غالبیت انتهایی، تنظیم نمو جوانه گل و آرایش برگ‌ها و...)، خصوصیات هورمون جیبرلین و نقش آن در گیاهان (شامل طولیل

شدن سلول‌ها، تحریک نمو بذر و جوانه‌زنی، تأثیر بر گل‌آغازی و...، خصوصیات هورمون‌سایتوکنین و نقش آن در گیاهان (شامل شکستن دوره خواب بذر، پیری دیررس، و...، خصوصیات هورمون اتیلن و اثرات آن در گیاهان (شامل شاخه‌زایی، گل‌دهی، رسیدن، تحریک جوانه‌زنی بذر، رشد طولی گیاهان آبی و...، هورمون‌های بازدارنده و کاربرد آن در گیاهان، عوامل مؤثر بر روی میزان مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد (فاکتورهای محیطی، فاکتورهای شیمیایی، فاکتورهای گیاهی) و... مطالبی آمده است.

## مواد مصرفی

- ۱ لباس کار
- ۲ ماسک
- ۳ جو دو سر
- ۴ گلدان
- ۵ آگار
- ۶ پیمانه
- ۷ دستکش
- ۸ قاشق غذا خوری
- ۹ چاقو
- ۱۰ چراغ مطالعه
- ۱۱ قلمه گل محمدی
- ۱۲ هورمون‌های مختلف
- ۱۳ اسید جیبرلین
- ۱۴ الکل طبی
- ۱۵ آب مقطر
- ۱۶ کلم پیچ یا ترب یا چغندر
- ۱۷ کندکننده‌های رشد

## ابزار و تجهیزات

ابزار و تجهیزات و ماشین‌های مورد نیاز برای این کار یا واحد یادگیری آماده‌سازی بستر کاشت به شرح جدول ذیل می‌باشد:

ردیف	نام ابزار و تجهیزات و ماشین‌ها	مشخصات فنی	تعداد برای ۱۵ هنرجو
۱	وسایل آزمایشگاهی برای جوانه‌زنی بذر	موجود در بازار	۱ سری

## فضا

- برای انجام عملیات تأثیرات هورمون‌ها در گیاهان برای هر هنرجو حداقل نیاز به ۱۰۰ متر مربع زمین دارای گیاهان زینتی و ۱۰ متر مربع فضای گلخانه‌ای می‌باشد.
- برای انجام عملیات تأثیرات هورمون‌ها در گیاهان برای هر ۱۵ هنرجو حداقل نیاز به ۱۵۰۰ متر مربع زمین دارای گیاهان زینتی و ۱۵۰ متر مربع فضای گلخانه‌ای می‌باشد.
- در ضمن هنرآموزان گرمی می‌توانند برای آموزش‌های عملی و برای آنکه هنرجویان با محیط واقعی کار نیز آشنا شوند از مزارع و گلخانه‌های متعلق به تولیدکنندگان و پرورش‌دهندگان بخش خصوصی تولید و پرورش گیاهان زینتی در امر آموزش‌ها به‌خصوص آموزش‌های عملی استفاده نمایند.
- یک اتاق به اندازه ۳×۴×۵ متر به عنوان محل نگهداری انواع هورمون‌های گیاهی و انجام آزمایشات و غیره برای انجام عملیات تأثیرات هورمون‌ها در گیاهان زینتی در اراضی کشاورزی واحد آموزشی و گلخانه.

## اجزای بسته آموزشی

این کار یا واحد یادگیری شامل کتاب درسی، کتاب هنرآموز، کتاب هنرجو، فیلم آموزشی، نرم‌افزار آموزشی و عکس به شرح ذیل می‌باشد:

### فیلم

- ۱ تأثیر انواع هورمون‌ها در گیاهان و مقایسه آنها با سایر گیاهانی که هورمون در آنها استفاده نشده
- ۲ کشت بافت

۳ عملیات زرد کردن میوه موز با هورمون

۴ جوانه‌زنی بذر با هورمون

### نرم‌افزار

۱ نحوه تأثیر هورمون در گیاهان

۲ نحوه عملیات کشت بافت

۳ نحوه جوانه‌زنی بذر

### عکس

۱ تصاویر انواع هورمون‌ها و اثرات آنها در گیاهان زینتی

۲ عملیات کشت بافت

۳ عملیات جوانه‌زنی بذر

۴ نحوه زرد کردن میوه موز با هورمون

## فرایند آموزش شایستگی‌های فنی و غیر فنی

**۱** هنرآموزان ارجمند ابتدا کلاس درس را با یاد و نام خداوند بخشنده و مهربان شروع نمایند.

**۲** برای آماده کردن و ایجاد انگیزه و ترغیب و همچنین مشارکت بیشتر هنرجویان در امر آموزش، هنرآموزان می‌توانند با روش‌های مختلف شامل:

**الف)** نمایش فیلمی از تأثیر انواع هورمون‌ها در گیاهان زینتی  
**ب)** حضور هنرجویان به اتفاق هنرآموز در مزرعه یا گلخانه‌ای که در حال عملیات دادن هورمون به گیاهان زینتی می‌باشند.

**ج)** نشان دادن عکس‌ها یا پوسترهایی در خصوص اثرات هورمون‌ها در گیاهان زینتی

**د)** طرح سؤالاتی مانند:

■ چرا کشاورزان از هورمون‌های گیاهی استفاده می‌کنند؟

■ چرا باید آماده‌سازی بستر کاشت را انجام داد؟

■ چرا بعضی از واردکنندگان موز از هورمون استفاده می‌کنند؟

■ تفاوت هورمون‌های گیاهی و مصنوعی چیست؟

■ هورمون‌ها چه نقش‌هایی در پرورش گیاهان زینتی دارند؟

**هـ)** طرح مسائل و مشکلاتی مانند:

■ اگر از هورمون مصنوعی اشتباه در پرورش گیاهان زینتی استفاده شود؛ چه مسائل و مشکلاتی به وجود خواهد آمد؟

■ آیا می‌دانید اگر هورمون‌ها به طور دقیق و به اندازه مناسب مصرف نشود؛ چه مشکلاتی در امر تولید به وجود خواهد آمد؟

■ اگر از هورمون‌های مصنوعی استفاده نشود چه مشکلاتی به بار خواهد آمد؟  
یا از هر روش دیگری که توجه هنرجویان را به موضوع آموزش بیشتر جلب نماید و آنها را برای بحث و گفت‌وگو و مشارکت بیشتر آماده کند و در نتیجه یادگیری بیشتری صورت گیرد، آغاز نمایید.

**۳** سپس هنرجویان را به چند گروه تقسیم نمایید و از هر گروه بخواهید تا پس از بحث و گفت‌وگو در مورد هورمون‌ها، آن را به طور کلی توضیح دهند.

**۴** از هر گروه از هنرجویان بخواهید که در مورد اثرات هورمون‌ها در تولید و پرورش گیاهان (زینتی، درخت و درختچه) تدبیر کنند و فواید آن را مشخص نمایند.

**۵** از هنرجویان هر گروه بخواهید برای هر فایده توضیحی دهند و در پایان کلیه فواید هورمون‌ها را در روی تابلوی کلاس بنویسید.

**۶** از هنرجویان هر گروه بخواهید در مورد هورمون‌ها برای تولید و پرورش گیاهان

زینتی تدبر کنند و از سرگروه‌ها بخواهید تا نتیجه تدبر هر گروه را ارائه دهند و در پایان نتایج تدبیرهای گروه‌ها را در روی تابلوی کلاس بنویسید.

۷ از هنرجویان گروه‌ها بخواهید در مورد ضرورت استفاده از هورمون‌ها بحث و تبادل نظر کنند و نتایج آن را در روی تابلوی کلاس درس بنویسید.

## فعالیت‌های پیشنهادی و توصیه‌ها

۱ هنرآموز از طریق عکس و فیلم و همچنین بازدید از گلخانه‌ها و مزارع مختلف، تأثیر هورمون‌ها را به هنرجویان نشان دهد و از آنها بخواهد تا در مورد نقش آنها بحث و گفت‌وگو کنند.

۲ هنرآموز از محسنات هورمون‌ها، مطالبی ارائه و هنرجویان را نسبت به استفاده از هورمون‌های مناسب و به صورت علمی در فرایند پرورش گیاهان زینتی؛ ترغیب نماید.

۳ هنرآموز برای فهم بیشتر هنرجویان، لازم است نقش هورمون‌ها و نقش آنها در پرورش گیاهان زینتی را به بحث بگذارد و از هنرجویان بخواهد تا در این خصوص مطالب و مثال‌هایی را ارائه نمایند.

۴ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا در خصوص اثرات مثبت هورمون‌های گیاهی تدبر کنند.

۵ هنرآموز از هنرجویان بخواهد در خصوص هورمون‌های گیاهی بحث و گفت‌وگو کنند و نتیجه را در کلاس ارائه نمایند.

۶ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا در مورد هورمون‌های طبیعی و مصنوعی و تفاوت آنها بحث و تبادل نظر کنند و سپس نتایج را در کلاس ارائه نمایند.

۷ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا در مورد هورمون اکسین و نقش آن در گیاهان زینتی تدبر کنند و پس از بحث و تبادل نظر، نتایج را در کلاس ارائه نمایند.

۸ هنرآموز گرمی برای اینکه هنرجویان آموزش کامل تری در خصوص هورمون اکسین به دست آورند؛ از هنرجویان بخواهد تا از منابع معتبر و اینترنت مطالبی را جمع‌آوری نموده و به عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.

۹ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا پس از پوشیدن لباس کار و تحویل وسایل و ابزارها و مواد مصرفی مورد نیاز از انبار، با نظارت هنرآموز به مزرعه یا گلخانه واحد آموزشی هدایت شوند و با راهنمایی‌های هنرآموز عملیات تأثیر هورمون اکسین در جو دو سر را انجام دهند و سپس مشاهدات خود را تفسیر نمایند.

۱۰ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا پس از پوشیدن لباس کار و تحویل وسایل و ابزارها و مواد مصرفی مورد نیاز از انبار، با نظارت هنرآموز به مزرعه یا گلخانه واحد آموزشی هدایت شوند و با راهنمایی‌های هنرآموز عملیات قرار دادن قلمه‌های گل

محمدی در IBA را انجام دهند و سپس مشاهدات خود را تفسیر نمایند.

**۱۱** هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در خصوص هورمون جیبرلین و نقش آن در گیاهان زینتی تدبیر کنند و پس از بحث و تبادل نظر، نتایج را در کلاس ارائه نمایند.

**۱۲** هنرآموز گرامی برای اینکه هنرجویان آموزش کامل تری در خصوص هورمون جیبرلین به دست آورند؛ از هنرجویان بخواهد تا از منابع معتبر و اینترنت مطالبی را جمع آوری نموده و به عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.

**۱۳** هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا پس از پوشیدن لباس کار و تحویل وسایل و ابزارها و مواد مصرفی مورد نیاز از انبار، با نظارت هنرآموز به مزرعه یا گلخانه واحد آموزشی هدایت شوند و با راهنمایی‌های هنرآموز عملیات تأثیر هورمون جیبرلین را بر روی یکی از گیاهان کلم پیچ یا چغندر یا ترب انجام دهند و سپس مشاهدات خود را تفسیر نمایند.

**۱۴** هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در خصوص هورمون سایتوکنین و نقش آن در گیاهان زینتی تدبیر کنند و پس از بحث و تبادل نظر، نتایج را در کلاس ارائه نمایند.

**۱۵** هنرآموز گرامی برای اینکه هنرجویان آموزش کامل تری در خصوص هورمون سایتوکنین به دست آورند؛ از هنرجویان بخواهد تا از منابع معتبر و اینترنت مطالبی را جمع آوری نموده و به عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.

**۱۶** هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در خصوص هورمون اتیلن و نقش آن در گیاهان زینتی تدبیر کنند و پس از بحث و تبادل نظر، نتایج را در کلاس ارائه نمایند.

**۱۷** هنرآموز گرامی برای اینکه هنرجویان آموزش کامل تری در خصوص هورمون اتیلن به دست آورند؛ از هنرجویان بخواهد تا از منابع معتبر و اینترنت مطالبی را جمع آوری نموده و به عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.

**۱۸** هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در خصوص اینکه چرا هورمون سایتوکنین ضدهورمون اتیلن می‌باشد؛ بحث و گفت‌وگو کنند و نتیجه را در کلاس ارائه نمایند.

**۱۹** هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا پس از پوشیدن لباس کار و تحویل وسایل و ابزارها و مواد مصرفی مورد نیاز از انبار، با نظارت هنرآموز به مزرعه یا گلخانه یا آزمایشگاه واحد آموزشی هدایت شوند و با راهنمایی‌های هنرآموز عملیات زرد و نرم کردن میوه موز با هورمون اتیلن را انجام دهند.

**۲۰** هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در خصوص هورمون‌های بازدارنده طبیعی و مصنوعی بحث و گفت‌وگو کنند و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.

**۲۱** هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا در مورد هورمون اسید آبسازیک و نقش آن در



- گیاهان زینتی بحث و گفت‌وگو کنند و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۲۲** هنرآموز گرامی برای اینکه هنرجویان آموزش کامل‌تری در خصوص هورمون اسید آبسازیک به‌دست آورند؛ از هنرجویان بخواهد تا از منابع معتبر و اینترنت مطالبی را جمع‌آوری نموده و به عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.
- ۲۳** هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا در مورد کشت بافت بحث و گفت‌وگو کنند و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۲۴** هنرآموز گرامی برای اینکه هنرجویان آموزش کامل‌تری در خصوص کشت بافت به‌دست آورند؛ از هنرجویان بخواهد تا از منابع معتبر و اینترنت مطالبی را جمع‌آوری نموده و به عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.
- ۲۵** هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا در مورد جوانه‌زنی بذر با هورمون‌ها بحث و گفت‌وگو کنند و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۲۶** هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا در مورد مواد بازدارنده و نقش آنها در گیاهان زینتی بحث و گفت‌وگو کنند و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۲۷** هنرآموز گرامی برای اینکه هنرجویان آموزش کامل‌تری در خصوص مواد بازدارنده رشد به‌دست آورند؛ از هنرجویان بخواهد تا از منابع معتبر و اینترنت مطالبی را جمع‌آوری نموده و به عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.
- ۲۸** هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا در مورد کندکننده‌های رشد و نقش آنها در گیاهان زینتی بحث و گفت‌وگو کنند و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۲۹** هنرآموز گرامی برای اینکه هنرجویان آموزش کامل‌تری در خصوص کندکننده‌های رشد به‌دست آورند؛ از هنرجویان بخواهد تا از منابع معتبر و اینترنت مطالبی را جمع‌آوری نموده و به عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.
- ۳۰** هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا در مورد انواع کندکننده‌های رشد بحث و تبادل نظر کنند و سپس نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۳۱** هنرآموز گرامی برای اینکه هنرجویان آموزش کامل‌تری در خصوص انواع کندکننده‌های رشد به‌دست آورند؛ از هنرجویان بخواهد تا از منابع معتبر و اینترنت مطالبی را جمع‌آوری نموده و به عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.
- ۳۲** هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا در مورد مورفکتین‌ها و نقش آن بحث و گفت‌وگو کنند و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۳۳** هنرآموز گرامی برای اینکه هنرجویان آموزش کامل‌تری در خصوص مورفکتین‌ها به‌دست آورند؛ از هنرجویان بخواهد تا از منابع معتبر و اینترنت مطالبی را جمع‌آوری نموده و به عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.
- ۳۴** هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا در مورد مواد شاخه‌زا بحث و گفت‌وگو کنند و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.
- ۳۵** هنرآموز گرامی برای اینکه هنرجویان آموزش کامل‌تری در خصوص مواد

شاخه‌ها به دست آورند؛ از هنرجویان بخواهد تا از منابع معتبر و اینترنت مطالبی را جمع‌آوری نموده و به عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.

۳۶ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا در مورد عوامل مؤثر بر روی میزان مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد (عوامل محیطی، شیمیایی و گیاهی) بحث و گفت‌وگو کنند و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.

۳۷ هنرآموز گرامی برای اینکه هنرجویان آموزش کامل‌تری در خصوص عوامل مؤثر بر روی میزان مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد (عوامل محیطی، شیمیایی و گیاهی) به دست آورند؛ از هنرجویان بخواهد تا از منابع معتبر و اینترنت مطالبی را جمع‌آوری نموده و به عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.

۳۸ هنرآموزان محترم باید در کلیه موارد فوق در کنار هنرجویان بوده و از نظر علمی و عملی و محاسبه‌ای و... کمک‌های لازم را در زمان بحث و تبادل نظر به آنها بنمایند.

■ در پایان هنرآموز دستاوردهای هنرجویان را می‌تواند به شرح ذیل دسته‌بندی نماید.

(الف) هورمون‌ها و نقش آنها در گیاهان زینتی

(ب) خصوصیات و ویژگی‌های هورمون‌ها

(ج) تفاوت کاربرد هورمون‌های مختلف در گیاهان

(د) نقش هورمون‌ها در کشت بافت، جوانه‌زنی بذر، و غیره

#### پژوهش



۱ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی، انواع هورمون‌هایی که در منطقه تحصیلی و زندگی آنها استفاده می‌شود را مورد بررسی قرار داده و گزارش آن را در کلاس ارائه دهند.

۲ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی، نوع مصرف کشاورزان از هورمون‌ها را در منطقه تحصیلی و زندگی خود شناسایی نمایند؛ و گزارش مربوطه را در کلاس درس ارائه نمایند.

۳ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا نقش هر یک از هورمون‌ها را به تفکیک در گیاهان زینتی، در منطقه تحصیلی و زندگی خود بررسی و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.

۴ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا روش استفاده از هورمون‌ها را بررسی میدانی کرده و نتایج را در کلاس ارائه نمایند.

هنرآموز برای فهم بیشتر هنرجویان می‌تواند مطالب زیر را نیز علاوه بر مطالب درسی به هنرجویان آموزش دهد:

## هورمون‌های گیاهی و کاربرد آن در گیاه و باغبانی

واژه هورمون از ریشه یونانی به معنی تهییج کردن گرفته شده است. هورمون‌های گیاهی که اغلب فیتوهورمون خوانده می‌شود در بافت‌های مرستمی یا لااقل جوان

از هر نوع ساخته می‌شوند و غالباً اثر خود را پس از انتقال به بافت هدف می‌گذارند که تا حدودی دورتر از بافتی است که ساخته شده‌اند.

آنها در درون گیاه، از محل تولید به محل اثر، انتقال می‌یابند اما گاهی موادی که معلوم نیست در گیاه وجود داشته باشد اثرات مشابه و بعضی اوقات عیناً نظیر یکی از هورمون‌های طبیعی گیاهی را دارند که از نام نهادن هورمون گیاهی می‌بایست خودداری نمود بلکه واژه برتر برای این چنین ترکیباتی که اثر هورمون مانند روی گیاه دارند تنظیم‌کننده رشد می‌باشد و در تعریف آن می‌توان گفت ترکیبات سنتز شده یا هورمون‌های گیاهی هستند که فرایندهای فیزیولوژیکی را تغییر می‌دهد این مواد تقلید کردن از هورمون‌ها، تأثیر روی (سنتز شدن) هورمون‌ها و از بین بردن و یا انتقال و یا (به احتمال) تغییر دادن محل تأثیر هورمونی رشد را تنظیم می‌کند. با این وصف برای متمایز کردن آنها می‌توان گفت تمام هورمون‌ها، تنظیم‌کننده رشد هستند اما تمام تنظیم‌کننده‌های رشد هورمون نیستند.

هورمون‌ها با آنزیم‌ها و تیامین‌ها و DNA در این خاصیت مشترک‌اند که به غلظت بسیار کم یا ناچیز باعث ایجاد اثرات فیزیولوژیکی عمیق می‌شوند. اصولاً واژه هورمون باید به ترکیباتی محدود شود که به طور طبیعی در درون موجود زنده ساخته می‌شود لذا در تعریف هورمون گیاهی می‌توان گفت مواد آلی می‌باشد که مواد غذایی نبوده و توسط گیاهان تولید می‌شود و در غلظت‌های کم فرایند فیزیولوژیکی را تنظیم می‌کند. گاهی موادی که به صورت مصنوعی تولید شده‌اند اثرات مشابه یا عیناً نظیر یکی از هورمون‌های طبیعی گیاهی را دارند که نباید آنها را هورمون گیاهی نامید بلکه واژه صحیح‌تر برای چنین ترکیباتی که اثراتی نظیر هورمون روی گیاه دارند تنظیم‌کننده رشد می‌باشد. تنظیم‌کننده‌های رشد ترکیبات سنتز شده یا هورمون‌های گیاهی هستند که فرایندهای فیزیولوژیکی را تغییر می‌دهند. این مواد با تقلید کردن از هورمون‌ها، تأثیر روی (سنتز شدن) هورمون‌ها و از بین بردن یا انتقال یا تغییر دادن محل تأثیر هورمونی، رشد را تنظیم می‌کنند. می‌توان گفت تمام هورمون‌ها، تنظیم‌کننده رشد هستند اما تمام تنظیم‌کننده‌های رشد هورمون نیستند.

بسیاری از هورمون‌های گیاهی دارای کاربردهای عملی متعدد و مهمی در کشاورزی و باغبانی می‌باشند.

در حال حاضر در دنیا پنج گروه مختلف هورمون‌های گیاهی شناخته شده که بسیاری از آنها دارای کاربردهای عملی متعدد و مهمی در کشاورزی به ویژه باغبانی هستند این گروه‌ها عبارت‌اند از: آکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سایتوکنین‌ها، اتیلن. لگاماها (مواد بازدارنده).

هورمون‌های گیاهی به دو گروه بزرگ تقسیم می‌شوند:

**الف) تحریک‌کننده‌های رشد:** شامل اکسین‌ها (Auxin)، جیبرلین‌ها (Giberellin)

وسایتوکنین‌ها

**ب) بازدارنده‌های رشد (لگاماها):** شامل اسید آبسازیک (Abscisic acid یا ABA) و اتیلن می‌باشند.

### اکسین

فراوان‌ترین اکسین طبیعی اسید اندول استیک است. مناطقی از گیاه که فعالیت‌های رشد و نمو در آنها شدید است معمولاً بیشترین مقدار اکسین را تولید می‌کنند. بدین ترتیب مریستم‌های مختلف از جمله مریستم نوک ساقه، مریستم نوک ریشه و کامبیوم‌ها سرشار از اکسین هستند. اکسین‌ها علاوه بر تأثیری که در افزایش طول یاخته دارند، در کنترل ریزش پاییزی برگ‌ها و میوه‌ها، جلوگیری از رشد ریشه‌های نابجا، رشد گل و میوه در بسیاری گیاهان دخالت می‌کنند.

این هورمون به مقدار کم برای رشد ریشه لازم است و افزایش جزئی آن از رشد ریشه جلوگیری می‌کند. اکسین سبب نسخه‌برداری RNA از DNA و در نتیجه افزایش سنتز پروتئین می‌شود. در بسیاری از دو لپه‌ای‌ها رشد جوانه‌های جانبی به وسیله اکسین متوقف می‌شود. اکسین همچنین در بازدارندگی فعالیت فصلی کامبیوم آوندی و نمو چوب پسین نقش دارد.

از اکسین‌های مصنوعی می‌توان به اسید - نفتالین - استیک، اسیدایندول -۳- بوتیریک، اسید ۲-۴- در کلرو فنواکسی استیک، اسیدنفتاکسی استیک و اسیدتریویدوبنزوتیک اشاره نمود. اسید ایندول استیک به عنوان هورمون طبیعی در اثر آنزیم‌هایی از قبیل اکسیدازها و فنولازها تجزیه می‌شود. قابل ذکر است به کار بردن غلظت‌های نسبتاً زیاد اکسین‌ها همچنین منجر به نقایصی در گیاهان از قبیل تغییر شکل برگ، ساقه و ریشه، رنگ پریدگی برگ‌ها جلوگیری از طویل شدن ریشه‌ها یا باز شدن گل‌ها و ایجاد ورم و آماس می‌شود.

### نقش اکسین در گیاه

**۱ طویل شدن سلول‌ها و اندام‌ها:** اولین اثر اکسین‌ها می‌باشد که افزایش غلظت اکسین شدت طویل شدن سلول‌ها را به همراه دارد. اما اثر بازدارندگی نیز دارد یعنی اکسین با همان غلظتی که سبب تشدید طویل شدن اندام‌های هوایی را دارد طویل شدن ریشه را کند می‌سازد.

**۲ نورگرایی (فتوتروپیسم):** این اثر که بیشتر به صورت خمیدگی در گیاه می‌باشد به علت توزیع نامتقارن اکسین در اندام مربوط قابل ملاحظه می‌باشد خمیدگی مزبور ناشی از این است رشد در سمت نزدیک به نور تا حدودی کند و رشد سمتی که به دور از آن است شدیدتر است.

**۳ زمین‌گرایی:** در ریشه نظیر ساقه که رشد افقی دارد تجمع زیادتر اکسین در نیمه زیرین رشد ریشه را کند کرده و سبب خمیدگی می‌شود.

**۴ فعال ساختن لایه زاینده:** فعالیت لایه زاینده به وسیله اکسین‌ها که در درون

ساقه از بالا به پایین و از جوانه‌های در حال رشد حرکت می‌کند تجدید می‌شود.

**۵ ایجاد گل:** آکسین گل دادن بعضی از گیاهان روز بلند را به شرط آنکه دوره فتوپریود به اندازه کافی برای گلدهی گیاهان طولانی باشد تسریع می‌نماید. مانند سیلن و بذالبنج. از طرفی گلدهی در برخی گیاهان روز کوتاه در صورت استعمال آکسین در دوره تاریکی متوقف می‌شود.

**۶ تنک کردن و جلوگیری از ریزش گل و میوه:** پایدار ماندن میوه‌های در حال رشد، گل‌ها و برگ‌های جوان که از منابع مهم تولید آکسین به شمار می‌روند بر روی گیاه بستگی به تعادل بین میزان آکسین داخلی آنها و مقدار آکسین دارد. هرگاه به دلیلی این تعادل به هم بخورد در محل اتصال دمبرگ یا دمگل یا میوه به ساقه یک لایه چوب پنبه‌ای به نام لایه سواگر ایجاد می‌گردد و اندام مربوطه از گیاه جدا می‌شود و ریزش می‌کند این موضوع در باغبانی به ویژه در میوه‌کاری دارای اهمیت می‌باشد. چرا که درختان میوه چندین برابر توانایی خود گل تولید می‌کنند و اگر همگی تبدیل به میوه شوند اولاً: میوه‌های ریز و نامرغوبی تولید می‌شود ثانیاً: درخت ضعیف می‌شود و نهایتاً نه تنها بسیاری از میوه‌ها به علت عدم تغذیه کافی ریزش خواهند کرد؛ از طرفی امکان عدم تشکیل جوانه‌ها برای سال بعد وجود دارد لذا جهت جلوگیری از این امر استفاده به موقع از محلول‌هایی اکسیسینی که گل‌های ضعیف‌تر را وادار به ریزش می‌کند مفید می‌باشد و به این عمل تنک کردن گفته می‌شود.

**۷ تولید بافت پینه‌ای:** اثبات شده است که قدرت تولید پینه در گیاهان مختلف رابطه مستقیمی با میزان آکسین یاخته‌های ناحیه زخم شده آنها دارد لذا زخم‌هایی که به دلیل مختلف مانند هرس و قلمه‌گیری در گیاه به وجود می‌آید و استفاده از آکسین جهت تقسیم یاخته‌های پارانثیم ناحیه زخمی برای ایجاد بافتی یکنواخت و ترمیم محل زخم مؤثر می‌باشد.

**۸ ریشه‌دار کردن قلمه‌ها:** پژوهش‌ها حاکی از آن است که قدرت ریشه‌زایی آکسین با غلظت آکسینی که در یاخته‌های بافت پینه‌ای ناحیه ته تیل یافت می‌شود ارتباط مستقیم دارد لذا استفاده از آکسین در ریشه‌زایی قلمه‌ها مؤثر می‌باشد اما دو نکته لازم تذکر است: الف) اگر قلمه گرفته شده اصولاً قدرت ریشه‌زایی نداشته باشد نمی‌توان آن را با استفاده از هورمون وادار به این کار کرد. ب) اثر آکسین صرفاً برای تولید سر آغازهای ریشه است و اگر این ماده مدت زیادی در محیط کشت باقی بماند از رشد ریشه‌های تولید شده جلوگیری می‌کند.

**۹ جلوگیری از رشد نرک‌ها و پاجوش‌ها:** در گیاهان بعد از هرس شدید تعدادی شاخه غیربارور به نام نرک تولید می‌شود که به علت عدم میوه‌دهی می‌بایست هرس شوند لذا اگر محل زخم پیرایش را با محلول یک درصد اسید نفتالین استیک محلول پاشی شود از رشد نرک‌ها جلوگیری می‌شود. قابل ذکر

است که از آکسین برای جلوگیری از رشد پاجوش‌ها نیز استفاده می‌شود.

**۱۰ گل انگیزی و تولید میوه:** محلول پاشی گیاهان با آکسین قبل از اینکه شرایط طول روز برای گل دادن مناسب شود باعث گل می‌شود مانند آناناس و از طرفی در تولید میوه برخی گیاهان به ویژه فلفل و جالیزها مؤثر می‌باشد.



**۱۱ پارتنوکاری:** در گیاهانی که میوه آنها هم ناشی از لقاح و هم ناشی از بکربری (میوه‌های بدون هسته) در صورت گرده افشانی کافی می‌توان با کاربرد آکسین وادار به تولید میوه نمود.

**۱۲ رشد طولی شاخه و چیرگی انتهایی:** آغشته کردن جوانه انتهایی به آکسین چیرگی انتهایی را تشدید کرده و باعث ایجاد شاخه‌های بلند و ترکه‌ای می‌شود. برعکس موادی که کار آکسین را خنثی می‌سازند یا با از بین بردن جوانه‌های انتهایی می‌توان مانع تولید آکسین شد و گیاه را وادار به تولید شاخه فرعی متعدد و بوته‌ای شده کرد.

**۱۳ کاهش ترک خوردگی میوه گیلان:** میوه‌های درخت گیلان بعد از بارندگی اصولاً ترک خورده می‌شوند که با مصرف ترکیب مناسب از آکسین از این امر یا پدیده می‌توان جلوگیری کرد.

### جیبرلین

پژوهشگران ژاپنی هنگام پژوهش بر روی نوعی بیماری قارچی برنج که باعث دراز شدن غیرطبیعی گیاه نرسته می‌شود؛ جیبرلین‌ها را کشف کردند. این قارچ ماده‌ای به نام جیبرلین A را ترشح می‌کند که وقتی آن را روی بوته‌های سالم برنج بپاشند، در آنها هم نشانه چنین بیماری مشاهده می‌شود. جیبرلین A مخلوطی از شش نوع ترکیب شیمیایی کاملاً متمایز است. تاکنون در حدود ۸۴ نوع جیبرلین متفاوت به‌طور طبیعی در گیاهان شناخته شده‌اند. مهم‌ترین اثر جیبرلین‌ها در افزایش طول ساقه‌ها است. جیبرلین‌ها همچنین سبب تمایز یاخته‌ای می‌شوند. در گیاهان چوبی، جیبرلین‌ها سبب تحریک کامبیوم آوندی جهت تولید آبکش

پسین می‌شوند.

جیبرلین‌ها گروه‌های مشخصی از هورمون‌های گیاهی است که بسیار به هم شبیه می‌باشند و فرمول اسید جیبرلیک GA یکی از بهترین و معروف‌ترین این گروه می‌باشد.

### نقش جیبرلین در گیاه

**۱ طویل شدن سلول‌ها:** جیبرلین‌ها همانند اکسین در طویل شدن اندام‌های گیاهی نقش بازی می‌کنند.

**۲ اثر روی گل دادن:** برخی از جالب‌ترین اثرات جیبرلین‌ها روی گل دادن گیاهان است به طوری که همانند اکسین‌ها در گیاهان روز بلند باعث تولید گل و از طرفی در روی گیاهان روز کوتاه باعث توقف گلدهی می‌شود.

**۳ طویل شدن و تشکیل ریشه‌ها:** برخی جیبرلین‌ها به غلظت مناسب لاقط در بعضی گونه‌ها به طویل شدن ریشه کمک می‌کنند و از طرفی دیگر در اثر جیبرلین‌ها از تشکیل ریشه روی قلمه‌ها جلوگیری می‌کند که علت آن خنثی کردن اثر اکسین‌ها است.

**۴ رشد برگ:** با توجه به اینکه طول موج‌های کوتاه ناحیه قرمز در ایجاد رشد برگ مؤثرترین است این هورمون می‌تواند جایگزین نور قرمز شود.

**۵ سبز کردن بذر:** بذر تعدادی از انواع گیاهان بعد از جذب آن برای اینکه سبز شود قبلاً لازم است که در معرض نور قرار گیرد که در واقع نور قرمز طیف از این نظر مؤثرترین است که جیبرلین می‌تواند جایگزین خوبی برای آن باشد و به عبارت دیگر در شکستن دوره خواب بذور جیبرلین جایگزین نور قرمز می‌شود.

**۶ شکستن دوره خواب جوانه:** شکستن دوره خواب بعضی از گونه‌های گیاهان چوبی مناطق معتدل تحت کنترل فتوپریود است لذا این هورمون می‌تواند جایگزین خوبی برای فتوپریود به طول کافی باشد.

**۷ افزایش طول میان گره‌ها:** استفاده از این هورمون در گیاهان می‌تواند منجر به افزایش طول میان گره‌ها شود.

به‌طور کلی تمام جنبه‌های مختلف رشد و نمو در گیاهان از رویش دانه تا تشکیل میوه می‌توانند تحت تأثیر جیبرلین‌ها قرار بگیرند. اثر تحریک‌کنندگی جیبرلین در رشد ساقه، به ویژه در ساقه‌های گیاهان طوقه‌ای، با افزایش ابعاد یاخته و تعداد آن آشکار می‌شود. جیبرلین‌ها به مقادیر مختلف در همه بخش‌های گیاه وجود دارند. ولی بیشترین مقدار آنها در دانه‌های نارس دیده شده است. به‌طور کلی رویش دانه در نتیجه تغییر واکنش‌های متابولیسمی از صورت کاتابولیسمی به آنابولیسمی حاصل می‌شوند و جیبرلین باعث افزایش فعالیت و یا سنتز گروه ویژه‌ای از آنزیم‌ها می‌گردد که متابولیسم قطعات ۲ کربنی را تغییر داده موجبات سنتز ترکیبات حد واسط را فراهم می‌آورد.

## کاربرد جیبرلین در باغبانی

- ۱ مهم‌ترین کاربرد این هورمون در بالا بردن میزان محصول انگور است که این عمل بسته به زمان کاربرد هورمون به دو صورت انجام می‌گیرد.  
**الف)** هورمون پاشی پیش از عمل باروری یعنی حدود ۱۰ روز قبل از ریزش گلبرگ‌ها یا کلاهک گل‌ها صورت می‌گیرد که این عمل باعث از بین بردن مادگی و تولید حبه‌های بدون دانه ناشی از بکرزایی می‌شود ضمناً این عمل با ریزش تعدادی از حبه‌ها همراه است و در انگوره‌های دارای تراکم زیاد است مانند یا قوتی باعث باز شدن خوشه و بالا رفتن کیفیت محصول می‌گردد.
- ب)** محلول‌پاشی پس از انجام عمل باروری و تشکیل حبه‌ها یعنی از زمان ریزش حدود ۷۵ درصد کلاهک‌ها به بعد انجام می‌گیرد در این حالت تک حبه‌ها درشت‌تر شده و محصول ازدیاد می‌یابد.
- ۲ جیبرلین‌ها ایجاد میوه‌های ناشی از بکرزایی را روی گیاهان که به طور طبیعی توانایی این کار را داشته باشند افزایش می‌دهد.
- ۳ **بزرگی و درشتی میوه:** برای تولید میوه‌های درشت و بهتر و برای جلوگیری از ترک ناشی از بارندگی در میوه‌های گیلاس استفاده از جیبرلین سه هفته قبل از برداشت مؤثر و مفید است.
- ۴ **کیفیت میوه:** استفاده از این هورمون ۴ الی ۵ هفته قبل از برداشت بر روی میوه‌های آلوده باعث بهبود کیفیت می‌شود.
- ۵ **تأخیر در رسیدن میوه‌ها:** میوه‌ها مانند خرما که اگر پیش از رسیدن چیده نشوند به سرعت نرم و فاسد می‌شوند یا میوه‌های پرتقال و لیمو زمانی روی درخت می‌رسند که عرضه‌اش به بازار زیاد یا قیمت‌ها پایین است که غالباً ضرر اقتصادی را به همراه دارد موارد استفاده از هورمون جیبرلین هنگامی که میوه‌ها هنوز سبز هستند یعنی حدود یک ماه قبل از رسیدن مدتی نسبتاً طولانی همان‌طور سبز روی درخت باقی خواهند ماند و از طرفی استفاده از این هورمون در گیلاس حدود سه هفته قبل از برداشت و در گلابی چهار هفته قبل از برداشت در دیر برداشت کردن محصول مؤثر است.
- ۶ جیبرلین در انگور باعث افزایش اندازه حبه می‌شود و در سیب و گلابی باعث دراز شدن اندازه میوه‌ها می‌شود.
- ۷ برای افزایش گل در خیار گلخانه‌ای از هورمون جیبرلین استفاده می‌شود.
- ۸ در افزایش جوانه‌زنی بذره‌های سیب، گلابی، فندق، گیلاس که قبل از جوانه‌زنی استفاده می‌شود.
- ۹ برای اصلاح شکل و اندازه میوه سیب در زمان اولین ریزش گل‌ها
- ۱۰ برای کاهش اثر ویروس زرد در میوه‌ها مثل آلبالو که ۵ الی ۱۵ روز پس از ریزش گلبرگ‌ها استفاده می‌شود.



**۱۱** برای وادار کردن گیاهان روز بلند به گل دهی در شرایط روز کوتاه و گیاهان روز کوتاه در روز بلند از این هورمون استفاده می شود.

### سایتوکنین

سایتوکنین ها شامل گروهی از ترکیبات محرک رشد هستند که فرایند تقسیم را در یاخته ها تحریک می کنند. سایتوکنین ها در تمام مراحل رشد گیاهان دارای نقش هستند. این ترکیبات بر روی متابولیسم از جمله فعالیت آنزیم ها و بیوسنتز مراحل رشد تأثیر می گذارند و همچنین در ظهور اندامک ها و انتقال مواد غذایی در گیاهان مؤثر بوده و مقاومت گیاه را نسبت به عواملی مانند پیری، آلودگی های ویروسی و علف کش ها و همچنین دمای پایین افزایش می دهند.

سایتوکنین ها ابتدا در شیر نارگیل که آندو سیرم مایع است پیدا شدند. اگر به محیط کشت بافت ساقه تنباکو سایتوکنین اضافه شود یاخته های غول پیکر به وجود می آیند یعنی سایتوکنین باعث بزرگ شدن یاخته ها می شود. سایتوکنین مصنوعی که بیشتر در تحقیقات به کار می رود، کینتین نام دارد. مجموع کینتین و اسید اندول استیک سبب تسریع تقسیم یاخته ای و در نتیجه تولید یاخته های بی شمار می شود. سایتوکنین ها در چیرگی رأسی (تسلط انتهایی) دخالت دارند. با وارد کردن این هورمون در محل جوانه ها از رشد شان جلوگیری می شود. نقش دیگر سایتوکنین ها جلوگیری از پیری برگ ها است.

### نقش سایتوکنین در گیاه

**۱** **بزرگ شدن و طویل شده سلول ها:** سایتوکنین ها در مرحله طویل شدن سلول یا بزرگ شدن آن تأثیر می گذارد ولی اینکه اثر رونق بخشی یا باز دارنده است بستگی به اندام مربوط نوع به خصوص سایتوکنین و غلظت آن دارد.

**۲** **ایجاد جوانه گل و نمو آن:** در برخی از گیاهان افزایش نسبت سایتوکنین به اکسین سبب پیدایش جوانه ها و در نتیجه شاخه های برگ دار می شود.

**۳** **تشکیل ریشه:** سایتوکنین با غلظت خیلی کم به تشکیل ریشه کمک کرده ولیکن در غلظت زیاد از تشکیل آن جلوگیری می کند.

**۴** **پیری دیررس:** این هورمون پیری را در برگ ها با غلظت نسبتاً کم به تأخیر می اندازد و از ریزش گل ها و برگ و میوه ها جلوگیری می کند.

**۵** **پارتنوکارپی:** سایتوکنین همانند هورمون های گروه اکسین و جیبرلین باعث پارتنوکارپی می شوند.

**۶** **تأثیر روی گل دادن:** سایتوکنین باعث تولید گل در گیاهان روز بلند شرایط روز کوتاه و برعکس می شود.

**۷** **شکستن دوره خواب بذر:** سایتوکنین ها در غلظت مناسب با جیبرلین ها و نور قرمز خاصیت شکستن دوره خواب بذر حساس به نور را دارد.

## کاربرد سایتوکنین در باغبانی

- ۱ کاربرد سایتوکنین در کشت بافت جهت تولید گیاهانی مانند داودی، میخک که هم اکنون به طور تجاری در سطح بزرگ انجام می‌گیرد.
- ۲ به کارگیری جهت بی‌اثر کردن چیرگی انتهایی در گل کاری مانند حسن یوسف، فلفل زینتی و تولید بوته‌های منشعب و متراکم و بازار پسند.
- ۳ طولانی کردن عمر گل‌های بریدنی و سبزی‌های برگری در مراحل بعد از برداشت.
- ۴ استفاده از این هورمون در اوایل تابستان می‌تواند باعث شاخه‌زایی شود.
- ۵ به کارگیری این هورمون در سیب ۱۰ روز بعد از اینکه باز شدند باعث تولید میوه‌هایی درازتر خواهد شد.
- ۶ خیساندن بذر در محل سایتوکنین یک روز قبل باعث افزایش جوانه‌زنی می‌شود.
- ۷ محلول پاشی با سایتوکنین روی برگ‌ها نسبت رشد ریشه به شاخه را کاهش می‌دهد در حالی که کاربرد آن روی ریشه این نسبت را افزایش می‌دهد.
- ۸ جایگزین سرمای مورد نیاز درختانی باشد که ریشه‌هایشان در معرض سرما قرار نگرفته‌اند.
- ۹ رشد اولیه تخمدان در میوه‌ها را باعث می‌شود.
- ۱۰ ریزش میوه در نهال‌های جابه‌جا شده می‌تواند به علت کمبود سایتوکنین باشد.
- ۱۱ به وجود آوردن جوانه‌های اتفاقی روی شاخه‌های درختان میوه و همچنین تبدیل پیچک به خوشه در درخت انگور.
- ۱۲ سایتوکنین دوره نونهالی را در درختان میوه کوتاه می‌کند.
- ۱۳ هورمون سایتوکنین رقابت بین رشد مریستم انتهایی شاخه و رشد میوه را می‌شکند و باعث رشد بهتر میوه‌ها می‌شود.
- ۱۴ سایتوکنین‌ها فعالیت جوانه‌های جانبی را در شاخه‌ها افزایش داده و باعث تولید و ایجاد شاخه‌های فرعی در درختان میوه شده که این ناشی از شکستن غالبیت انتهایی و نتیجتاً کاهش رشد طولی می‌باشد.
- ۱۵ هورمون سایتوکنین در حرکت بخشیدن مواد غذایی مؤثر است به طوری که این ماده به عضوهای میوه‌ها و برگ‌ها و غده‌های جوان که خود تولیدکننده هورمون هستند انتقال می‌یابد.

## اتیلن

اتیلن از لحاظ اینکه به حالت گاز است یک هورمون غیرمعمولی است. در اوایل قرن نوزدهم، پرورش‌دهندگان میوه کوشیدند تا رنگ و طعم مرکبات را با قرار دادن آنها در اتاقی که با بخاری زغال سنگی گرم می‌شد مرغوب‌تر کنند. مدت‌ها تصور می‌شد که گرما سبب رسیدن میوه می‌شود. سپس پژوهش‌های فراوان نشان داد که در حقیقت فراورده‌های کروسن سبب رسیدن میوه‌ها می‌شوند. از بین این فراورده‌ها، گاز اتیلن، گاز بسیار فعال تشخیص داده شد. به دنبال آن دانسته

شد که اتیلن به وسیله گیاهان هم تولید می‌شود. این گاز قبل از رسیدن میوه‌ها در گیاه تولید می‌شود و مسئول تغییرات رنگ، بافت و ترکیبات شیمیایی هنگام رسیدن آنها است.

اکسین در تراکم معین سبب تولید مقدار زیادی اتیلن در گیاه می‌شود. هنگامی که پیری برگ آغاز می‌شود اتیلن تنظیم‌کننده اصلی ریزش برگ است. این گاز سبب تسریع در سنتز آنزیم سلولاز و آزاد شدن آن می‌شود. این آنزیم دیواره‌های یاخته را از بین می‌برد. اگر پیش از آغاز پیری برگ اکسین به آن اضافه شود، از پیری برگ جلوگیری می‌گردد. ولی پس از تشکیل لایه ریزش، اکسین ریزش برگ را با تحریک تولید اتیلن، تسریع می‌کند.

این هورمون که هورمون پیری نام گرفته است؛ معلوم شده است که به صورت گاز اتیلن در بافت‌های گیاهی ساخته شده و مانع از رشد ریشه و ساقه گردیده و پیری و ریزش برگ‌ها را تسریع می‌کند و از طرفی نمو جوانه‌های جانبی را به تأخیر انداخته و اصولاً همه صفات خاص یک هورمون را دارا می‌باشد.

**اثرات اتیلن در گیاه:** برگ بسیاری از گونه‌ها در معرض غلظت‌های بسیار کم اتیلن اپیناستی (گرایش به پایین) از خود نشان می‌دهد. اصولاً غلظت لازم برای ایجاد اپیناستی خیلی کمتر از غلظتی است که برای ریزش برگ می‌شود. زمین‌گرایی افقی: استفاده از اتیلن در برخی گیاهان که شاخه‌های آنها معمولاً عمودی رشد می‌کند و زمین‌گرایی منفی دارد در جهت افقی رشد می‌کند.

### کاربرد در باغبانی

- ۱ رسیدن کامل و توسعه رنگ میوه روی درخت و داخل انبار.
- ۲ در غلظت بالا باعث تحریک و ریزش برگ و میوه می‌شود.
- ۳ آغاز تشکیل جوانه گل را تحریک می‌نماید.
- ۴ باعث تولید صمغ در بعضی از گونه‌ها و هم آهنگ با اکسین از نمو جوانه جانبی جلوگیری می‌نماید.
- ۵ به کاربردن اتیلن در روی میوه‌هایی که هنوز به حد کامل نرسیده‌اند مانند خرمالو، موز و طالبی باعث تسریع در رسیدن می‌شود و از طرفی باعث ترکیدن پوست میوه‌ها می‌شود و مصرف آن باعث رنگ‌پذیری بهتر در گوجه‌فرنگی، مرکبات، هلو، انگور، گیلاس، آلو و آلبالو می‌شود.
- ۶ استفاده از اتیلن حدود ۱۰ روز قبل از برداشت در غلظت بالا باعث تحریک ریزش میوه می‌شود مانند میوه‌های سیب، گلابی، گیلاس، آلو و هلو.
- ۷ اتیلن در آناناس باعث تولید گل‌دهی و بروز جنسیت در خیار به صورت عکس هورمون جیبرلین باعث افزایش تولید گل ماده نسبت به گل نر می‌شود.
- ۸ اتیلن در غلظت‌های کم باعث تحریک جوانه‌زنی و در غلظت‌های زیاد باعث جلوگیری از جوانه‌زنی می‌شود.

**۹** اتیلن بازار پسندی محصولات مختلف را افزایش داده و در گوجه‌فرنگی از مرحله گرده‌افشانی تا زمانی که سبز و بالغ می‌شود باعث افزایش محصول می‌شود.  
**۱۰** نظر به اینکه صرفه‌جویی در نیروی کار لازم در برداشت مکانیزه و رسیدن هم‌زمان محصول یک امر مهم و مؤثر می‌باشد استفاده از این هورمون مفید و حائز اهمیت می‌باشد مانند گردو، آلبالو، گیلاس و هلو و...



**۱۱** مصرف این هورمون در اوایل پاییز در میوه‌هایی هسته‌دار مانند هلو، گیلاس، شکفتن جوانه‌ها را به تعویق انداخته و از سرمای بهاره محفوظ می‌دارد.  
**۱۲** این هورمون می‌تواند جایگزین در طول روز باشد به طور مثال در پیاز خوراکی که جهت تولید پیاز نیاز به روز بلند دارد با مصرف این هورمون می‌توان آن را در شرایط روز کوتاه وادار به گل‌دهی کرد.

**۱۳** با توجه به اینکه در صورت کمپوت‌سازی باید میوه‌های بدون دم باشند لذا استفاده از این هورمون در میوه‌هایی مانند گیلاس و آلبالو حائز اهمیت است.

#### ■ سایر موارد

■ اتیلن باعث افزایش میزان شیرآبه درختان کائوچو می‌شود که در صنایع لاستیک‌سازی اهمیت دارد.  
■ باعث کوتاهی دوره نونهالی در درختان میوه می‌شود.  
■ باعث افزایش مقاومت محصولات انباری می‌شود.  
■ باعث افزایش تعداد شاخه‌های گل‌دهنده در گل داودی می‌شود.  
**بازدارنده‌ها:** دسته‌ای از هورمون‌های گیاهی هستند که به دو دسته طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌گردند. گروه طبیعی تنها شامل اسید آبسازیک است که در تمام گیاهان وجود دارد و گروه مصنوعی خود به چهار دسته یا گروه ذیل تقسیم می‌شوند:

**۱** بازدارنده‌های رشد

**۲** مواد کندکننده رشد

**۳** مورفکتین

**۴** مواد شاخه‌زا

#### اسید آبسازیک

این هورمون سبب خواب گیاه می‌شود. آغشته کردن جوانه‌های رویشی به اسید آبسازیک آنها را به جوانه‌های زمستانی تبدیل می‌کند. بدین ترتیب که این اسید

بیرونی‌ترین برگ‌های مریستمی را به پولک مبدل می‌سازد. این هورمون در دانه‌های بسیاری از گونه‌های گیاهی وجود دارد و سبب خواب دانه می‌شود. اسید آبسازیک سبب بسته شدن روزه‌ها به هنگام کم آبی می‌شود تا از تعرق جلوگیری کند. بدین سبب این هورمون به عنوان محافظ گیاه در مقابل شرایط نامساعد محیطی شناخته شده است.

اسید آبسازیک همچنین از تأثیر جیبرلین بر تولید جوانه‌ها جلوگیری می‌کند و این بازدارندگی به وسیله سایتوکنین برگشت‌پذیر است. اسید آبسازیک علاوه بر تأثیر بر خواب جوانه و دانه و جدا شدن برگ و میوه از گیاه بر رشد گیاه و تشکیل گل نیز اثر بازدارنده و یا گاهی محرک دارد. این ماده بر رشد قسمت‌های مختلف بسیاری از گیاهان اثر بازدارنده دارد و اثر ترکیبات طبیعی محرک رشد را خنثی می‌کند.

### کاربرد آبسازیک در گیاه

**۱ کمک به ریزش:** بررسی‌ها نشان داده است که هورمون‌های دیگر به خصوص IAA (اسید اندول استیک) و اتیلن در کنترل ریزش با ABA عکس‌العمل متقابل دارند.

**۲ کمک به خواب جوانه:** اسید آبسازیک عامل داخلی در ایجاد خواب جوانه‌های بعضی از گیاهان چوبی مناطق معتدل است.

**۳ جلوگیری از سبز شدن بذر:** اسید آبسازیک اثر هورمون‌های جیبرلین و سایتوکنین را در کمک به سبز شدن بذر خنثی می‌کند.

**۴ کند ساختن رشد و پیری:** اسید آبسازیک رشد انواع بسیاری از بافت‌ها و اندام‌های گیاهی مانند برگ‌ها، کولئوپتیل‌ها، ساقه‌ها، محور زیر لپه ای و ریشه‌ها را کند نموده؛ و پیری اندام‌های گیاهی را به لحاظ تسریع و تجزیه کلروفیل به تأخیر می‌اندازد.

**۵ تسریع در تشکیل ریشه:** اسید آبسازیک با خنثی کردن اثر جیبرلین که مانع ریشه‌زایی می‌شود باعث تسریع در ریشه‌زایی می‌شود.

**۶ اثر در گل دادن:** این هورمون در گیاهان روز بلند باعث توقف در گل‌دهی شده و در گیاهان روز کوتاه، دارای اثرات متفاوت می‌باشد.

### کاربرد اسید آبسازیک در باغبانی

**۱** در ریزش برگ‌ها و میوه‌ها رابطه با آکسین‌ها وجود دارد.

**۲** خنثی کردن چیرگی انتهایی و جلوگیری از رشد جوانه‌های انتهایی در مواردی که بر اثر اسید آبسازیک حاصل می‌گردد به دلیل اثر متقابل این ماده با آکسین می‌باشد.

**۳** اسید آبسازیک در گیاهانی که در طول روز کوتاه غده‌های خود را گسترش می‌دهند اثر مفیدی در تحریک غده‌زایی ایفا می‌نماید.

۴ اسید آبسازیک با سایتوکنین‌ها به دلیل اثر متقابل در یاخته‌های محافظ بسته شدن روزنه‌ها را ایجاد می‌کند که به همین دلیل به آن هورمون تنش گفته می‌شود.

## چرا کشت بافت؟

از مزایای کشت بافت تولید انبوه و سریع یک رقم مطلوب و یا رقم‌های جدید است. در گیاهان بذرهای تولید شده کاملاً همانند گیاه مادر خود نیستند. همچنین این بذور با یکدیگر نیز تفاوت دارند. پس چنانچه یک گیاه مطلوب در منطقه‌ای توسط کشاورزان برگزیده شود و از آن بذر تهیه نمایند، تضمینی وجود ندارد که بذور سبز شده ویژگی‌های مورد نظر را داشته باشند. همچنین از راه‌های معمول مانند قلمه‌زدن نیز نمی‌توان بسیاری از گیاهان را تکثیر کرد. اما با استفاده از روش‌های کشت بافت می‌توان در زمان کوتاه تعداد زیادی از یک گیاه مطلوب را تهیه نمود. مزیت دیگر کشت بافت افزایش محصول از طریق تولید گیاهان عاری از ویروس است. چنانچه گیاه از راه‌های معمول مانند قلمه‌زنی تکثیر شود احتمال انتقال ویروس و سایر آلودگی‌ها به گیاهان جدید وجود دارد و به مرور زمان سبب کاهش محصول می‌شود. اما با استفاده از کشت بافت می‌توان با روش‌هایی آلودگی‌ها به ویژه ویروس را حذف نمود و از آن پس تمام گیاهان تولید شده عاری از آلودگی هستند.

### بیشتر بدانیم

کشت بافت و سلول گیاهی شاخه مهمی از فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) است و تعریف ساده آن عبارت است از رشد، تکثیر و یا نگهداری سلول‌های گیاهی، بافت‌های گیاهی، اندام‌های گیاهی و یا یک گیاه کامل در یک محیط غیرطبیعی در شرایط کنترل شده که در اصطلاح به این محیط، محیط کشت می‌گویند. محیط کشت گیاهان به طور معمول شامل نمک‌های غیرآلی (عناصر ماکرو و میکرو مورد نیاز گیاه)، برخی ویتامین‌ها، برخی آمینواسیدها، هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد گیاهی، منبع کربن و برخی مواد دیگر است که در غلظت‌های تعیین شده به آب مقطر اضافه شده و استریل می‌شوند. این محیط کشت گاهی به صورت مایع بوده و گاهی توسط مواد دیگری به صورت ژله‌ای در می‌آید. برخی شرایط کنترل شده مورد نیاز اسیدیته (pH)، معین، دمای مشخص، طول روز، شدت نور و رطوبت است. محیط کشت اختصاصی برای هر گیاه بر اساس آزمایشات مختلف به صورت جداگانه تعیین می‌شود.

## کشت بافت

کشت بافت و سلول گیاهی به همراه روش‌های مهندسی ژنتیک از ارکان مهم فناوری زیستی به عنوان یکی از علوم پیشرفته دنیا به شمار می‌آیند. با علم به این موضوع که هر یک از سلول‌های گیاهی تمایز نیافته توانایی تبدیل شدن به

گیاه کامل را دارند، دریچه‌ای تازه پیش روی دانشمندان و محققان علوم زیستی گشوده شد، به نحوی که در مقایسه با روش‌های اصلاح سنتی گیاهان، تسریع قابل ملاحظه‌ای در مدت زمان اجرای برنامه‌های اصلاحی به وجود آمد و امکان انجام تلاقی‌های بین جنسی را نیز فراهم نمود. علاوه بر این نگهداری ذخایر توارثی، تولید گیاهان عاری از ویروس و تولید گیاهان هاپلوئید از جمله کاربردهای مهم دیگر کشت بافت و سلول گیاهی می‌باشند.

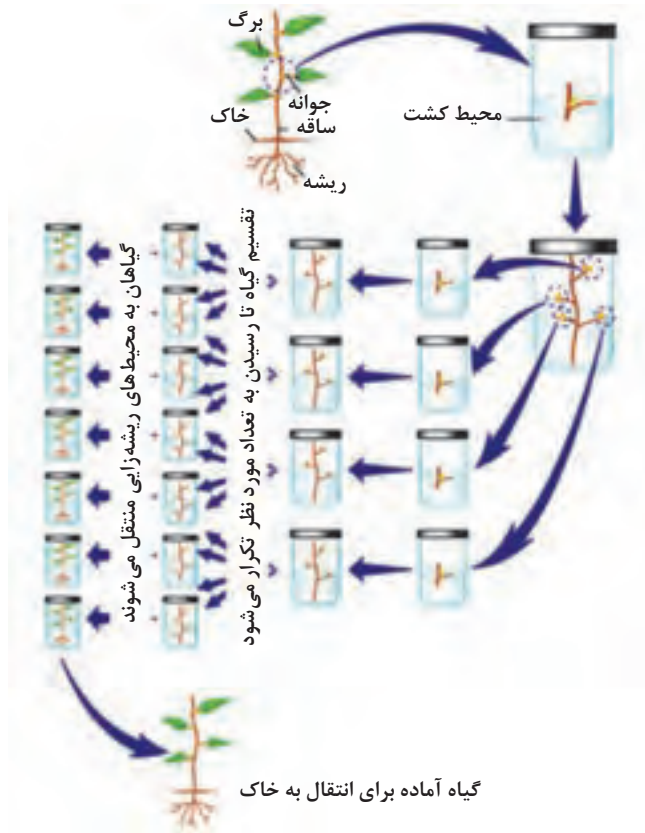
کشت بافت، رشد بافت‌ها یا سلول‌ها به صورت جداگانه از ارگانیسم است. این کار معمولاً با استفاده از محیط کشت مایع، نیمه جامد یا جامد مانند محیط کشت براث (آب گوشت) یا آگار انجام می‌شود. کشت بافت به کشت سلول‌ها و بافت‌های حیوانی اشاره می‌کند. در اصطلاح اختصاصی‌تر از این اصطلاح برای کشت گیاهان استفاده می‌شود. اصطلاح «کشت بافت» به وسیله آسیب‌شناس آمریکایی مونتروز تومس باروز، ابداع شد. روش‌های کشت بافت مبتنی بر دو مرحله تمایز دایی و تمایز یابی است که انجام هر یک از این مراحل به شرایط خاصی نیاز دارد و باید در محیطی عاری از هرگونه آلودگی صورت پذیرد که گاه باعث افزایش هزینه تولید می‌شود. با این وجود مراکز تولیدی سالیانه میلیون‌ها نهال و گیاه مختلف را از طریق روش‌های ریز ازدیادی به بازار عرضه می‌کنند و فرآورده‌های زیستی متعددی نیز با استفاده از روش‌های کشت بافت تولید می‌شوند.

**کاربرد مدرن:** در کاربرد مدرن، کشت بافت به‌طور کلی به رشد سلول‌ها از بافت یک جاندار چند سلولی در شرایط برون تنی (*in vitro*) اشاره می‌کند. این سلول‌ها ممکن است از یک ارگانیسم‌دهنده (سلول‌های اولیه یا پرایمری) یا از یک لاین سلولی حفظ شده جداسازی شوند. سلول‌ها در یک محیط کشت بافت، که حاوی مواد مغذی ضروری و منابع انرژی لازم برای حیات سلول است، غوطه‌ور می‌شوند. اصطلاح کشت بافت اغلب به جای کشت سلولی استفاده می‌شود. معنای تحت‌اللفظی کشت بافت به کشت قطعات بافت (کشت ریز نمونه) اشاره می‌کند. کشت بافت ابزار مهمی برای مطالعه زیست‌شناسی سلول‌های جانداران چند سلولی است که در آن محیط مناسبی جهت دستکاری، تجزیه و آنالیز بافت در شرایط درون شیشه‌ای (*In vitro*) فراهم می‌شود.

کشت بافت گیاهی با رشد گیاهان کامل از قطعات کوچک بافت گیاهی در ارتباط است. این قطعات کوچک در یک محیط کشت، کشت داده می‌شوند.

### **پیش شرط لازم در ترا ریزش به واسطه کشت بافت** **مرحله مهم پیش از آغاز کشت بافت:**

■ شناسایی گیاهی با توانایی ایجاد بافت کالوسی سالم که قابلیت تقسیم سریع نیز داشته باشد.



### مرحله مهم پس از آغاز کشت بافت و پیش از اجرای ترا ریزش:

■ شناسایی و جداسازی بافت سالم که قابلیت تقسیم سریع نیز داشته باشد.

### کشت بافت چیست؟

تکثیر ذره‌ای، جایگزین مهمی برای شیوه‌های مرسوم تکثیر گیاه می‌باشد. این تکثیر، فراوری گیاهان را از بخش‌های خیلی کوچک گیاه، دربرمی‌گیرد. تکثیر ذره‌ای، جایگزین مهمی برای شیوه‌های مرسوم تکثیر گیاه می‌باشد. این تکثیر، فراوری گیاهان را از بخش‌های خیلی کوچک گیاه، دربرمی‌گیرد (برای مثال: جوانه‌ها، گره‌ها، قطعات برگ، قطعات ریشه، و غیره) که به طور ضدعفونی شده (عاری از هرگونه میکروارگانیسم) در ظرف کشت، در جایی که محیط و مواد غذایی می‌توانند کنترل شوند، رشد می‌کنند. گیاهان حاصله، از نظر ژنتیکی، همانند گیاهان والدین می‌باشند. در حالی که در آزمایشگاه تحقیقاتی، همچون آنها در کشاورزی، و علم خاک در UNE، ما تجهیزاتی با فناوری خیلی پیشرفته را به کار



می‌بریم تا به فراوری گیاه، از طریق کشت بافت دست یابیم. این مهم است که در نظر بگیریم که باغبانان زیادی، و علاقه‌مندان به این کار، می‌توانند ادوات و تجهیزات با فناوری پیشرفته را با اقلام معمولی خانگی جایگزین کنند.



**کشت بافت:** امروزه تولید گیاهان به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد. برخی از این روش‌ها مانند کاشت بذر، قلمه زدن، خوابانیدن و... سال‌ها مورد استفاده تولیدکنندگان بوده‌اند و از آنها به عنوان روش‌های سنتی تولید گیاهان یاد می‌شود. یک روش جدید تولید گیاهان که استفاده از آن در جهان به سرعت در حال گسترش است، کشت بافت گیاهی نام دارد. در این روش گیاه مورد نظر را از

طبیعت انتخاب نموده، قسمتی از گیاه جدا و پس از ضدعفونی به شرایط جدید و کاملاً کنترل شده درون آزمایشگاه منتقل می‌شود. سپس در شرایط آزمایشگاهی با فراهم آوردن آب، غذا، هوا و سایر مواد مورد نیاز گیاه در دما، رطوبت و نور معین با روش‌های مختلف اقدام به تکثیر گیاهان می‌نمایند. پس از آنکه تعداد مورد نظر از گیاه تولید شد آنها را به شرایط طبیعی باز می‌گردانند.

### مواد بازدارنده رشد

در این گروه علاوه بر علف‌کش‌ها ماده‌ای به نام مالتیک هیدرازید وجود دارد که هرچند در غلظت‌های بالا دارای خاصیت علف‌کشی می‌باشد دارای کاربردهای مهمی می‌باشد که عبارت‌اند از:

**۱** جلوگیری از جوانه زدن پیاز، سیب‌زمینی در انبار یک ماه قبل از برداشت با غلظت ۲/۵ در هزار یا ۲۵۰۰ قسمت در میلیون

**۲** جلوگیری از پا جوش دادن توتون بدین صورت که زمانی که حدود ۹۰ درصد بوته‌ها به گل نشست سر آنها را قطع کرده و یک الی هفت روز بعد محلول پاشی روی آنها صورت می‌گیرد.

**۳** کم کردن رشد چمن و درختان و درختچه‌های غیرمثمر زینتی که در روی درختان و درختچه‌های زینتی این ماده با غلظت ۲ تا ۸ قسمت در هزار بر روی گیاه پاشیده می‌شود و در چمن‌کاری پس از هر بار چمن‌کاری مصرف این ماده در غلظتی حدود ۲ در هزار باعث کندی رشد مجدد چمن گردیده و در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود که در ایران می‌توان جهت کم کردن هزینه چمن‌زنی و پایین آوردن بهای آب مصرفی پارک‌ها و میدان‌های ورزشی از این محلول استفاده نمود.

### مواد کندکننده رشد

این مواد بدون اینکه تغییری در شکل ظاهری گیاه ایجاد نماید باعث کند شدن رشد گیاه می‌شود از مهم‌ترین مواد این گروه که امروزه در باغبانی استفاده می‌شود آلار درجه اول، سایکوسل (ccc) و فسفون - دی (phophon-D) و آمو ۱۶۱۸ (Amo ۱۶۱۸) در درجات بعدی قرار دارند. این مواد تقسیم و رشد یاخته‌ای در ناحیه زیر مریستمی انتهای شاخه‌ها جلوگیری به عمل می‌آورد ولی بر روی خود مریستم تأثیر ندارد؛ که این امر باعث تولید طبیعی شاخه‌ها، برگ و میوه، کوتاه ماندن درخت و افزایش تولید گل در سال بعد مصرف و کاهش هرس می‌شود. آلار در غلظت‌های مختلف بر حسب نوع گیاه متفاوت است ولی می‌توان در غلظت ۵/۵ الی ۸ در هزار از اواسط بهار تا اواسط تابستان به کار برد.

### کاربرد آلار در باغبانی

- ۱ در درختانی مانند انجیر و گلابی و بعضی از سیب‌ها که میوه‌های نرم تولید می‌کند باعث تولید بافت محکم‌تر با قابلیت نگهداری و ترابری بیشتر می‌شود.
- ۲ در میوه‌های هسته دار مانند هلو، گیلاس و آلبالو در اوایل تابستان باعث تسریع در رسیدن و یکنواختی می‌شود.
- ۳ محلول پاشی بی‌درنگ با آلار پیش یا پس از شکفتن گل‌ها بر گیاهانی مانند گوجه فرنگی و انگور افزایش تعداد میوه را موجب می‌شود.
- ۴ بسیاری از گیاهان باغبانی و زراعی که با کندکننده‌های رشد محلول پاشی شده‌اند در برابر خشکی مقاومت نشان داده‌اند که در ایران کمبود آب از عوامل عمده محدودیت کشاورزی است می‌توان از این پدیده بهره جست.

### مورفکتین‌ها

مهم‌ترین مورفکتین‌ها موجود آی تی ۳۴۵۶ و آی تی ۳۲۳۳، نام دارند که در غلظت‌های زیاد برای کشتن علف‌های هرز و جلوگیری از رشد گیاهان چوبی به کار می‌روند علاوه بر این باعث اختلال در سوخت‌وساز و ساختن شدن هورمون آکسین می‌شود و باعث نابہ‌سامانی در نور گرایی زمین گرایی می‌شود.

### کاربرد مورفکتین‌ها در باغبانی

- ۱ انگیزش گل‌دهی و میوه‌دهی.
- ۲ کمک و سهولت به برداشت مکانیکی میوه‌ها با سست کردن میوه‌های رسیده روی شاخه‌های درخت.
- ۳ ریزش حبه‌های اضافی و تنک شدن خوشه‌های متراکم انگور که این امر در بالا بردن کیفیت محصول مهم است.
- ۴ در گیاهان چوبی زینتی مورفکتین‌ها از طریق خنثی کردن چیرگی جوانه انتهایی باعث رشد جوانه‌های جانبی می‌شود.

## مواد شاخه‌زا

این مواد که به نام هرس‌کننده (pruning agents) شناخته شده و متعلق به گروه‌های شیمیایی مختلف می‌باشند که از مهم‌ترین آنها می‌توان بوترالین (Butralin)، استرهای متیل اسیدها و الکل‌های زنجیره‌ای طویل و مشتقات پیچیده اسید استیک را نام برد که اثر آنها بدین صورت است که با خشک کردن جوانه‌های انتهایی گیاه جوان، مشابه هرس عمل می‌کنند و نهال را در همان سال وادار به تولید شاخه‌های فرعی می‌سازد و زمان کاربرد این مواد در اواخر بهار است.

## منابع:

- ۱ سند تحول بنیادین آموزش و پرورش.
- ۲ برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران.
- ۳ سند طراحی مفهومی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۴ تاجیک، جلیل. و همکاران. تولید و پرورش گیاهان زینتی ۱۳۹۶.
- ۵ تاجیک، جلیل. و همکاران. استاندارد شایستگی حرفه باغبانی ۱۳۹۳.
- ۶ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۷ تاجیک، جلیل. و همکاران. استاندارد شایستگی حرفه باغبانی ۱۳۹۴.
- ۸ صفوی، امان‌اله. روش‌ها و فنون تدریس. انتشارات معاصر ۱۳۹۳.
- ۹ احمد محمدی قهساره، نجمه صمدی، تغذیه گیاهان و کشت بدون خاک، ناشر معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، تاریخ نشر ۱۳۹۱.
- ۱۰ مریم مرادمند، سمیه عباسی عبدلی، رضا مرادمند، مدیریت گلخانه، ۱۳۹۴.
- ۱۱ سایت [danesh.ir](http://danesh.ir)
- ۱۲ سایت [Nargil.ir](http://Nargil.ir)
- ۱۳ سایت [fa.wikipedia.org/wiki](http://fa.wikipedia.org/wiki)
- ۱۴ مبانی فیزیولوژی گیاهی - ترجمه حسین لسانی و مسعود مجتهدی - انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۵ اصوب باغبانی - دکتر مرتضی خوشخوی - انتشارات دانشگاه شیراز.
- ۱۶ زندگی گیاه سبز - ترجمه حسین لوسانی و مسعود مجتهدی - انتشارات دانشگاه تهران.

