



# اصول انتخاب، طراحی و نصب سایبان‌های کشاورزی



نگارنده: راضیه محمودی  
عضو هیات علمی موسسه تحقیقات علوم باغبانی

# اصول انتخاب، طراحی و نصب سایبان

## های کشاورزی

نگارنده :

راضیه محمودی

عضو هیات علمی موسسه تحقیقات علوم باغبانی

۱۴۰۲

**مخاطبان:** کارشناسان باغبانی، مروجان مسئول پهنه و باغداران و بهره‌برداران

**اهداف آموزشی:** شما پس از مطالعه این دستنامه با مشخصات فنی سازه و اتصالات سایبان و اجرای آن در باغات برای

جلوگیری از تنش‌های محیطی آشنا خواهید شد.

---

---

## اصول انتخاب، طراحی و نصب سایبان‌های کشاورزی

---

---

نگارنده: راضیه محمودی

ویراستاران علمی:

ناشر: موسسه تحقیقات علوم باغبانی

شماره نشریه:

شمارندگان:

تاریخ انتشار: تابستان ۱۴۰۲

مسئولیت درستی مطالب با نویسنده/نویسندگان است.

---

---

این نشریه با شماره مورخ از سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی به ثبت رسیده است

---

---

## پیشگفتار:

استفاده از سایبان‌های کشاورزی به منظور کاهش تنش‌های محیطی و افزایش کمیت و کیفیت محصولات در چند سال اخیر به طور قابل توجهی توسعه یافته است. با توجه به مزایای استفاده از سایبان در تولید انواع محصولات کشاورزی، منجر به سرمایه‌گذاری قابل توجهی در بهره‌گیری از انواع سایبان توسط تولیدکنندگان شده است. بهره‌بردار علاوه بر خرید سازه و اتصالات استاندارد، باید از پیمانکاران برای اجرای آن نیز کمک گیرد. از طرفی اجرای سایبان توسط پیمانکاران فاقد گواهینامه یا تاییدیه از سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی ریسک استفاده از سایبان را نیز افزایش می‌دهد. بنابراین با توجه به اینکه توسعه سایبان‌های کشاورزی یکی از برنامه‌های مهم وزارت جهاد کشاورزی بوده این دستنامه به عنوان یک راهنما برای آشنایی با مشخصات فنی سازه و پوشش سایبان، معرفی سایبان و همچنین روش اجرای سایبان‌های کشاورزی تدوین شده است. لازم به ذکر است عوامل زیادی از جمله اقلیم، نوع گونه گیاهی، نوع تنش و شرایط خاک در انتخاب نوع سازه و اجرای آن در باغ تاثیر گذار است. از اینرو انتخاب و اجرای صحیح هریک از پارامترهای ذکر شده در دستیابی به اهداف سایبان تاثیر گذار می‌باشد.

**همچنین تدوین گر، این دستنامه را به تمام تلاشگران عرصه باغبانی که در راه اصلاح و بازسازی باغ‌های ایران تلاش روز افزونی را داشته و دارند تقدیم می‌نماید.**

راضیه محمودی

تابستان ۱۴۰۲

| صفحه | عنوان                                                |
|------|------------------------------------------------------|
| ۲    | مقدمه                                                |
| ۳    | اصطلاحات و تعاریف در سازه سایبان                     |
|      | <b>فصل اول: مشخصات فنی پوشش توری، سازه و اتصالات</b> |
| ۶    | پوشش توری                                            |
| ۱۱   | ستون                                                 |
| ۱۹   | آنکور                                                |
| ۲۰   | سرستون                                               |
| ۲۱   | گیره (کلیپس)                                         |
| ۲۴   | کابل ها ، سیم ها و مهار کننده                        |
|      | <b>فصل دوم: طراحی و اجرای سایبان</b>                 |
| ۲۸   | انواع تیپ سازه                                       |
| ۳۰   | الزامات اجرای سایبان                                 |
| ۳۲   | جانمایی و نصب ستون ها و آنکور                        |
| ۳۶   | نصب آنکور                                            |
| ۳۸   | ثابت کردن سیم ها و کابل ها و ایجاد یک شبکه بندی      |
| ۳۹   | نصب توری بر روی سازه                                 |
| ۴۰   | نصب گیره (کلیپس) و اتصالات توری                      |
| ۴۲   | بهره وری و نگهداری سایبان                            |
| ۴۴   | تصاویر                                               |
| ۴۷   | منابع                                                |

### مقدمه

وضعیت آب و هوای جهانی به یک نگرانی عمده در صنعت کشاورزی تبدیل شده است دمای سطح زمین تقریباً ۰,۲ درجه سانتیگراد در هر دهه افزایش یافته است. این تغییرات منجر به رویدادهای شدید اقلیمی و آب و هوایی مانند تگرگ، باد، آفتاب سوختگی و... شده و خسارات اقتصادی قابل توجهی در بخش کشاورزی بویژه در مناطق نیمه گرمسیری و گرمسیری به بار آورده است. عملکرد و کیفیت میوه ارتباط نزدیکی با شرایط محیطی و میکروکلیمای باغ دارد، که می‌تواند تحت تأثیر شرایط نامطلوب مانند تابش بیش از حد خورشید، باد و تگرگ قرار گیرد. فعالیت‌های بخش کشاورزی بویژه زیر بخش باغبانی بعلاوه شرایط تغییر اقلیمی کشور، بطور مداوم با مخاطرات متعدد مانند وقوع خشکسالی، سرمازدگی، طوفان، سیل، آفات و امراض، آتش سوزی و غیره در معرض تهدید است. این روند در ترکیب با سایر عوامل خطر ساز، پایداری تولید، امنیت غذایی و دستاوردهای توسعه‌ای بخش کشاورزی را با آسیب‌های جدید مواجه می‌نماید. بنابراین مدیریت یکپارچه، هماهنگ و سازمان یافته مخاطرات و بحران بخش کشاورزی به منظور کاهش خطرپذیری و حداقل نمودن خسارت‌های ناشی از انواع مخاطرات، در قالب یک برنامه مدون، مشتمل بر راهبردها، سیاست‌ها و اقدامات منسجم، امری مهم و اجتناب ناپذیر بوده و جزء اولویت‌های وزارت جهاد کشاورزی می‌باشد.

بر اساس پیش بینی هواشناسی، اگر تغییرات آب و هوایی منجر به افزایش بیشتر دما شود، خسارت سالانه تگرگ به بخش کشاورزی می‌تواند بین ۲۵ تا ۵۰ درصد در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد. کیفیت پایین میوه و افزایش وقوع پوسیدگی و بیماری‌هایی مانند بلایت و شانکر در میوه‌های آسیب دیده در اثر تگرگ بسیار شایع است. تغییرات آب و هوایی، به ویژه باد و طوفان، تگرگ و تابش شدید آفتاب نیاز به برنامه‌های اضطراری موثر برای حفاظت درختان تولید میوه را ضروری کرده است.

سایبان یک تکنیک نوظهور در کاهش خسارت ناشی از تنش‌های اقلیمی است که توسط تولید کنندگان برای محافظت از باغ‌هایشان در برابر تنش‌های مختلف زنده و غیر زنده مانند اشعه بیش از حد خورشید، حشرات، تگرگ و باد در مناطق مختلف جغرافیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به تأثیر سایبان در کاهش تنش‌های محیطی و کاهش تبخیر و تعرق و صرفه جویی در مصرف آب در تولید انواع محصولات کشاورزی منجر به سرمایه‌گذاری قابل توجهی توسط باغداران شده است.

بنابراین باید در انتخاب یک سازه فنی و استاندارد متناسب با شرایط باغ و نوع محصول و همچنین روش اصولی و تایید شده در نصب سازه و پوشش برای دستیابی به اهداف سایبان دقت لازم بعمل آید.

هدف از تهیه این دستنامه کمک به باغداران برای انتخاب سازه و پوشش استاندارد، طراحی صحیح، کنترل کیفیت طراحی و اجرای صحیح سایبان‌های کشاورزی است تا به هدف مورد نظر دست یابند و در عین حال خطرات احتمالی مربوط به خرابی سازه و یا خسارت‌های ناشی از آن به عملکرد محصول کاهش دهد.

### اصطلاحات و تعاریف در سازه سایبان:

**سایبان:** ساختاری متشکل از ستون‌ها، کابل‌ها، لنگرها و سایر اتصالات که با توری پوشانده شده‌اند تا از سیستم‌های تولید کشاورزی مانند باغ‌ها، نهالستان‌ها، تاکستان‌ها و... در برابر تنش‌های محیطی محافظت کنند و همچنین سیستمی برای اجرای انواع مدل‌های تربیت درختان ایجاد می‌نماید. سایبان در زیر مجموعه باغبانی محافظت شده طبقه بندی می‌گردد.

**توری:** توری‌ها پوششی از جنس پلی اتیلن یا پلی پروپیلن، با آنتی UV تخصصی، بافت woven یا knitted و درصد‌های مختلف سایه اندازه ساخته شده‌اند.

**ستون:** پایه‌های از جنس سیمان، چوب یا فلز گالوانیزه است که در فاصل مناسب برای نگهداری پوشش توری و کابل‌ها استفاده می‌شود.

**آنکور (لنگر):** برای مهار نمودن ستون‌های کناری و سیم‌های طولی و عرضی به زمین از آنکور استفاده می‌شود. آنکور در عمق ۱/۵ تا ۲ متری در زمین و با فاصله حدود ۲ تا ۳ متر از ستون‌های کناری در ابتدا و انتهایی هر ردیف در زمین قرار می‌گیرد

**کابل:** کابل (چند رشته سیم به هم تنیده شده) و سیم‌های تک رشته‌ای با قطر مختلف برای شبکه بندی روی ستون‌ها و نگهداری توری و همچنین اتصال ستون‌های کناری به آنکر استفاده می‌شود

**کلیپس (گیره):** برای اتصال توری از گیره استفاده می‌شود. که گیره‌ها معمولاً به اشکال متفاوت وجود دارد.

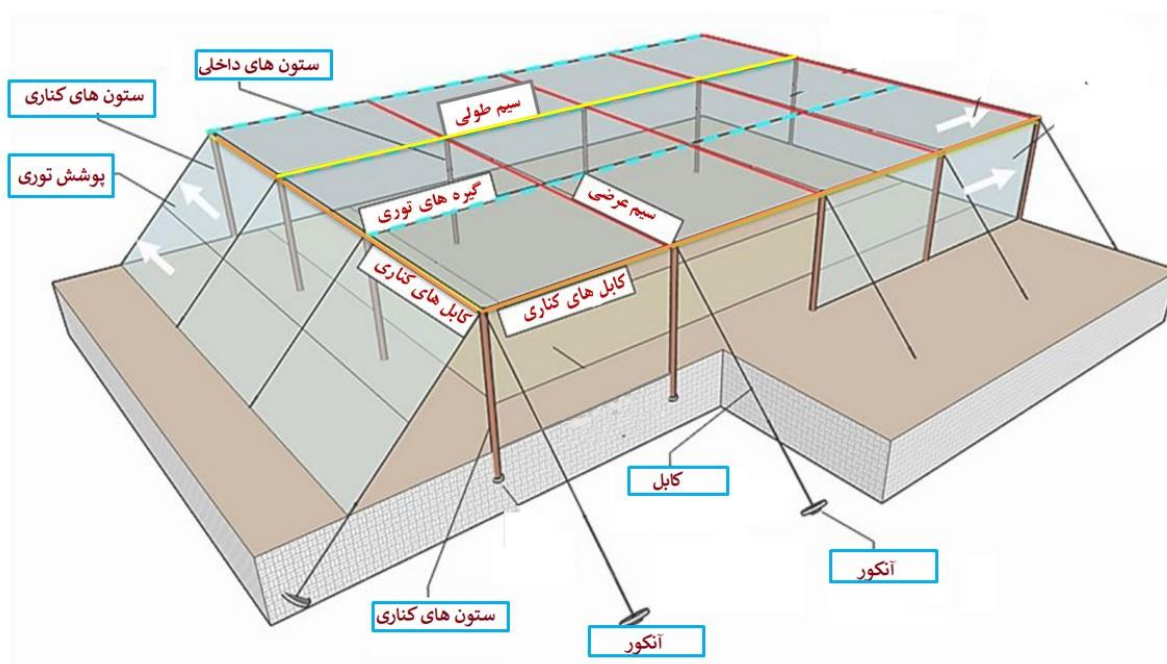
**اتصالات کششی:** دستگاهی فلزی که برای سفت کردن سیم و کابل‌ها در محل اتصال آنکر و ستون‌های کناری استفاده

می‌شود

**سرستون (کلاهک):** سرستون روی ستون‌ها برای انجام شبکه بندی و کابل کشی استفاده می‌شود سرستون‌ها در اشکال

مختلف و متناسب با ستون‌ها ساخته می‌شود.

در شکل یک اجزاء اصلی سایبان به صورت شماتیک نشان داده شده است



شکل ۱: قسمت‌های مختلف یک سازه سایبان

# فصل اول

مشخصات فنی پوشش توری، سازه و اتصالات

## ۱. پوشش توری

پوشش توری یکی از قسمت‌های مهم یک سامانه سایبان است که در انتخاب آن با توجه به هدف و نوع گونه گیاهی برای کمک به رشد مناسب گیاهان باید دقت لازم اعمال شود. تورها باید بر اساس نوع گیاهی در حال رشد، میزان سایه مورد نیاز و برای غلبه بر گرما و تنش‌های محطی انتخاب شوند. قبل از انتخاب توری‌های سایبان، باید از نفوذپذیر بودن توری‌ها اطمینان حاصل کرد تا مشکلی ایجاد نشود.

توری‌های سایبان با ویژگی‌های ساختاری مختلف مانند نوع ماده، ابعاد فیلامنت یا نوار، نوع بافت، اندازه مش، تخلخل، استحکام و وزن، همراه با خصوصیات رادیومتری مانند رنگ، انتقال / بازتاب / عامل سایه اندازی توسط خواص فیزیکی مانند نفوذپذیری هوا و توسط چندین ویژگی مکانیکی مشخص می‌گردند.

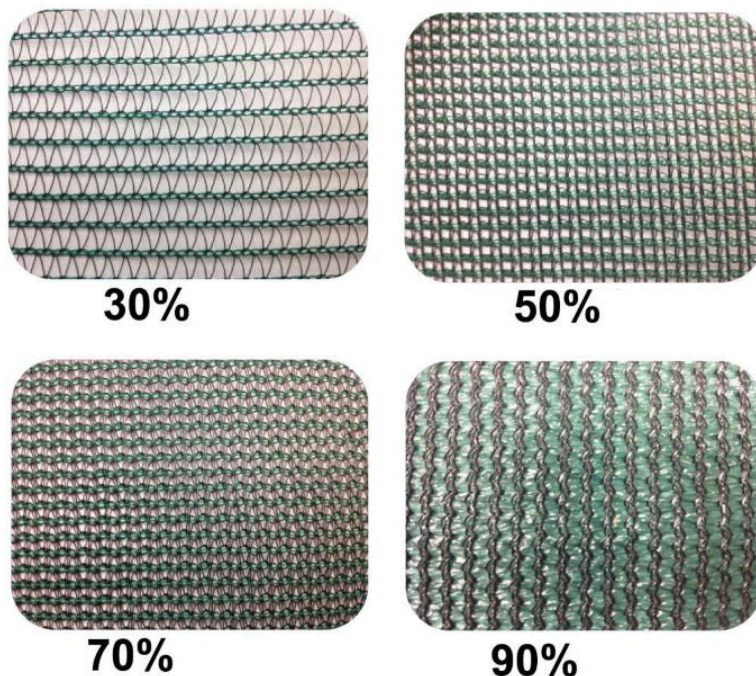
بسته به بافت، تک رشته‌های تار و پود به گونه‌ای به یکدیگر متصل می‌شوند که آنها یک ساختار هندسی متخلخل منظم و مش را تشکیل می‌دهند. اندازه مش فاصله بین نخ‌ها در جهت تار یا پود است. اندازه مش بر حسب میلی‌متر برای هر دو رشته تار و نخ پود برای تورهای حشرات از ۰٫۲ تا ۳٫۱ میلی‌متر، برای توری‌های سایه انداز از ۱٫۷ تا ۷٫۰ میلی‌متر، برای تورهای ضد تگرگ از ۲٫۵ تا ۴٫۰ میلی‌متر، برای تورهای بادشکن از ۱٫۸ تا ۷٫۰ میلی‌متر، در حالی که بالاترین مقادیر، تورهای ضد پرنده (۳ تا ۴ سانتی‌متر) را مشخص می‌کند (جدول ۱).

جدول ۱- اندازه‌های مختلف مش توری در انواع مختلف توری

| نوع توری        | توری ضد حشره | توری سایه انداز (ضد تشعشع) | توری ضد تگرگ | توری بادشکن | توری ضد پرنده |
|-----------------|--------------|----------------------------|--------------|-------------|---------------|
| سایز مش<br>(mm) | ۳/۱ - ۰/۲    | ۷ - ۱/۷                    | ۴ - ۲/۵      | ۷ - ۸٫۱     | ۴ - ۳         |

ضریب سایه اندازی توری سایبان (shade factor) که به صورت درصد بیان می‌شود، به نسبت نور مسدود شده یا بازتاب شده توسط شید به مقدار کل نور تابیده شده به سطح شبکه سایبان گفته می‌شود (شکل ۲). برای مثال: شید با ضریب سایه اندازی

۸۰ درصد به این معنی است که این توری ۸۰ درصد نور تابیده شده به سطح توری را فیلتر کرده و ۲۰ درصد نور تابیده شده از آن عبور کرده و به فضای تحت پوشش توری سایبان می‌رسد.



شکل ۲: پوشش توری با درصد سایه اندازی های مختلف

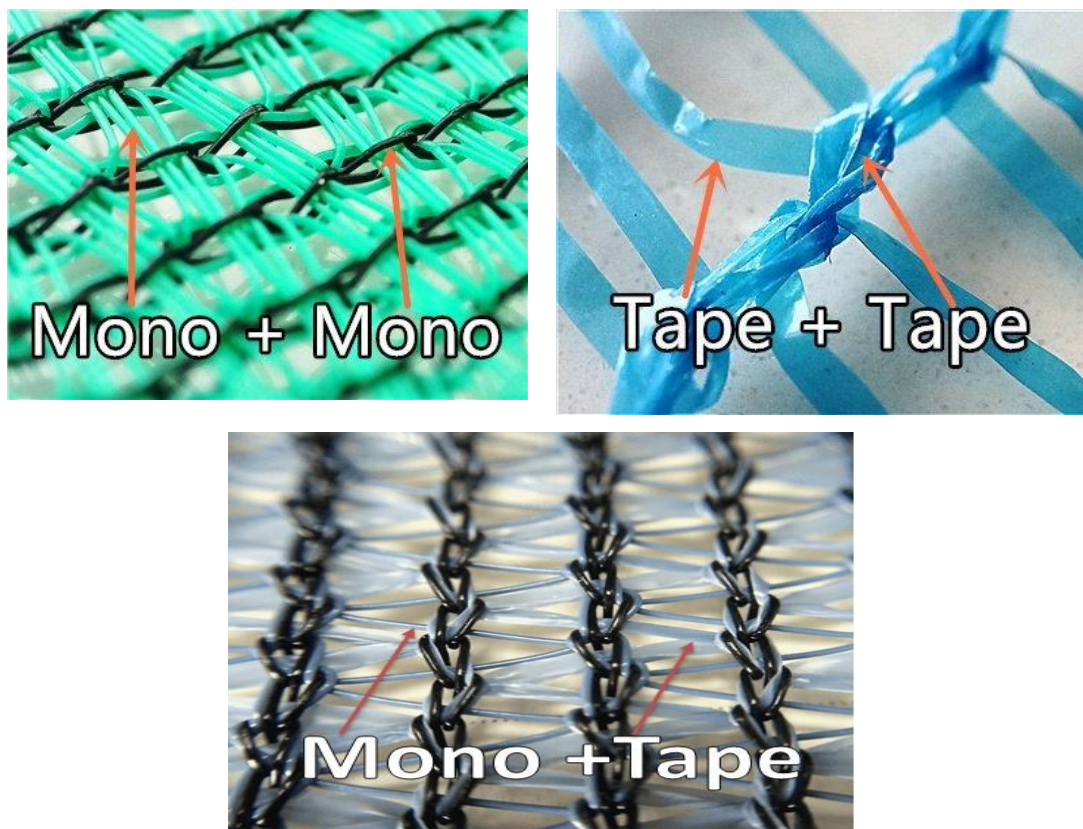
یکی از پارامترهای مهم در توری‌ها جنس و مواد استفاده شده در ساخت آن می‌باشد. اغلب توری‌ها از جنس پلی اتیلن با چگالی بالا ( $\gamma\text{HDPE} = 940-960$ ) ساخته شده است که این مواد نسبت به سایر مواد دیگر استحکام و ماندگاری بیشتری دارند. این ماده غیر سمی است که می‌تواند در تماس مستقیم با گیاهان استفاده شود. نخهای HDPE به دو صورت مونوفیلament های با سطح مقطع گرد و یا به نوارهای مسطح تولید می‌شوند. مونوفیلament‌های گرد به طور مستقیم توسط ترکیب HDPE اکستروود می‌شوند، اما برای به دست آوردن نوارهای مسطح ابتدا لازم است که فیلم از ضخامت و رنگ مورد نظر تهیه شود و در نهایت نیز برش داده شود. بر اساس نوع نخ تار و پود، توری‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

الف: نوارهای تار و پود فقط از نوارهای مونوفیلament استفاده شود (منو+منو)

ب: تار و پود از نوارهای تیپ استفاده شود (تیپ+تیپ)

پ: ترکیب منو و تیپ (شکل ۳).

در نسل جدید توری ها و با پیشرفت تکنولوژی از الیاف مونو به عنوان پود برای ایجاد پشتیبانی قوی استفاده می کند واز الیاف نواری تیپ به عنوان تار استفاده می شود و بافت باز شده میزان سایه بیشتری دارد (شکل ۳).



شکل ۳: اشکال مختلف توری بر اساس نوع تار و پود

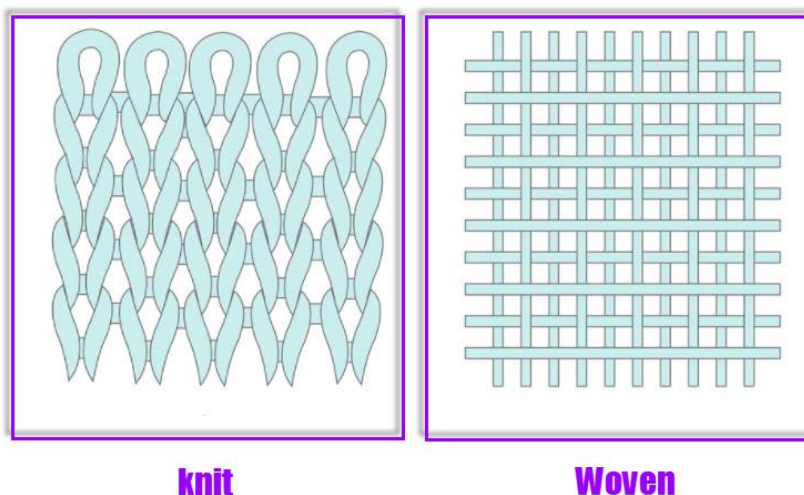
به طور کلی دو نوع متداول توری بر اساس نوع بافت در بازار موجود است که به شرح زیر می باشد:

۱- Knitted Shade Net

۲- Woven Shade Net

توری های Knitted از پلی اتیلن سبک وزن ساخته شده اند اما توری های Woven از پلی پروپیلن تشکیل شده اند. توری های Knitted با طرح دوخت قفلی ارائه می شوند که در برابر آسیب باد مقاومت می کند و در عین حال باعث کاهش ایجاد گرما و همچنین سرعت باد در داخل سازه می شود همچنین نصب و استفاده از آن راحتتر است. از طرف دیگر، تورهای

Woven سنگین‌تر از توری‌های Knitted هستند و نصب آنها سخت‌تر است اما محافظت بیشتری نسبت به اشعه UV دارند (شکل ۴). بنابراین، انتخاب تورها به نیاز دقیق کاربران بستگی دارد.



شکل ۴: بافت‌های مختلف توری

یکی دیگر از خصوصیات ظاهری توری‌ها رنگ آن است توری‌های رنگی معمولاً برای اصلاح طیف نوری و انتقال به گیاه تولید می‌شوند. رنگ‌های سیاه، سبز، و بی رنگ رایج‌ترین رنگ‌های است که در تولید توری‌های مورد استفاده قرار می‌گیرد. توری با رنگ سیاه معمولاً برای کاهش تشعشع خورشید بکار می‌رود (شکل ۵). رنگ سیاه با اضافه کردن زغال فعال بدست می‌آید که به عنوان یک تثبیت کننده UV عمل می‌کند و باعث افزایش ماندگاری آن در مقایسه با رنگ سفید می‌شود. رنگ‌های دیگر معمولاً با پیگمان‌های مانند فتالوسیانین بدست می‌آید. توری‌های زرد و قرمز رنگ رشد رویشی را تحریک می‌کند. توری‌های آبی رنگ باعث پاکوتاهی در گیاهان زینتی می‌شود در حالیکه توری‌های خاکستری رشد را تحریک کرده و حالتی پرپشت را در گل و گیاهان زینتی و سبزی‌های برگ‌ای ایجاد می‌کند

به طور معمول، ابعاد موجود در پوشش توری سایبان از نظر عرض و طول متفاوت است، عرضها معمولاً بین ۲ تا ۱۲ متر و طول آنها از ۱۰ تا ۳۰۰ متر متغیر است. توری‌های سایبان براساس نوع مواد، نوع بافت، رنگ و مواد افزودنی مورد به انواع مختلف تقسیم شوند (شکل ۵).



شکل ۵: انواع مختلف توری بر اساس نوع بافت، رنگ و جنس

قبل از خرید توری سایبان‌های کشاورزی باید چند نکته را در نظر گرفت:

**نوع توری:** هنگام خرید توری سایبان، باید بر اساس نوع تنش یا آفت و نوع محصول انتخاب شود:

**وزن:** وزن توری بر اساس کیلوگرم بر متر مربع بیان می‌شود. وزن بیشتر نشانگر سایه اندازی یا بافت محکم‌تر توری است.

این ایتیم در انتخاب توری‌های مختلف مفید است.

**ضخامت:** ضخامت بر حسب میلی‌متر نشان داده می‌شود. از ۰٫۱ تا ۰٫۲ میلی‌متر متغیر است. پوشش‌های ضخیم‌تر استحکام

بیشتری دارند.

**آنتی UV:** باید بررسی شود که آیا توری شما حاوی آنتی UV است یا خیر. اگر توری شما در برابر اشعه ماوراء بنفش مقاوم

نباشد، ممکن است در مدت کوتاهی تخریب شود.

**اندازه:** هنگام خرید توری، اندازه و سطح پوشش را بر اساس فواصل بین ردیف و یا برای برنامه خود در نظر بگیرید.

**رنگ:** توری‌ها در رنگ‌های مختلف تولید می‌شوند که بر اساس هدف و منطقه در انتخاب رنگ دقت لازم به عمل آید.

در جدول ۲ مشخصات توری استاندارد سایبان شامل جنس، نوع بافت، وزن، عرض، رنگ و طول عمر آورده شده است.

جدول ۲: مشخصات فنی توری‌های استاندارد سایبان

| مشخصات توری‌های سایبان                               |                     |
|------------------------------------------------------|---------------------|
| مشخصات                                               | فاکتور              |
| HDPE ( high density polyethylene) with UV stabilizer | متریال              |
| منو+منو، تیپ+تیپ، منو+تیپ                            | نوع بافت            |
| عرضی $\leq 280$ نیوتن شعاعی $\leq 180$ نیوتن         | نیروی کششی پاره شدن |
| ۹۵٪ - ۱۰٪                                            | درصد سایه اندازی    |
| ۲۰ گرم - ۳۵۰ گرم                                     | وزن                 |
| ۵/۰ - ۱۲ متر                                         | عرض توری‌ها         |
| ۱۰ متر، ۲۰ متر، ۳۰ متر، ۵۰ متر، ۱۰۰ متر، ۲۰۰ متر     | طول                 |
| سیاه، سبز، زرد، قرمز، سفید، بیرنگ، آبی و غیره        | رنگ                 |
| ۴ تا ۷ سال به طور متوسط                              | طول عمر             |

طول عمر توری سایه انداز علاوه بر کیفیت مواد اولیه و رنگ مصرفی، وابستگی بسیار زیادی به افزودنی آنتی یووی استفاده شده در فرمولاسیون تولید توری به عنوان مقاوم کننده این محصول در برابر آفتاب دارد. بسته به کیفیت مواد آنتی یووی استفاده شده در تولید توری و نوع بافت توری، طول عمر و ماندگاری این پوشش‌ها می‌تواند از ۶ ماه تا بیش از ۶ سال باشد.

## ۲. ستون

ستون‌ها یکی دیگر از قسمت‌های مهم و اساسی سایبان می‌باشد. ستون در سازه سایبان به ستون‌های کناری و ستون‌های داخلی تقسیم می‌شوند. قطر و ابعاد ستون‌های کناری و ستون‌های داخلی متفاوت بوده و معمولاً ستون‌های کناری به دلیل بار کششی زیاد بر روی آنها، ضخیم‌تر و به صورت مایل در زمین قرار می‌گیرند. از طرفی هرچه ارتفاع ستون بیشتر می‌شود قطر ستون‌ها نیز افزایش می‌یابد.

موقع انتخاب طول ستون باید ارتفاع درخت و مقدار ستون که در خاک قرار می‌گیرد را مد نظر قرار داد. طول ستون وارد شده در خاک، به ابعاد و ارتفاع ستون و نوع خاک بستگی دارد اما به طور استاندارد حداقل نیم متر در نظر می‌گیرد. علاوه بر آن برای جریان بهتر هوا زیر پوشش توری و تردد ماشین آلات کشاورزی، ضروری است حداقل نیم متر بین توری و تاج درخت فاصله باشد. بنابراین ارتفاع ستون مجموع ارتفاع گیاه + طول ستون در خاک + حداقل نیم متر فاصله تاج درخت با توری است. برای مثال اگر ارتفاع درخت ۳ متر باشد ارتفاع ستون حداقل باید ۴ متر در نظر گرفته شود.

ستون‌ها بر اساس جنس به سه دسته، **ستون‌های چوبی، ستون‌های بتونی و ستون‌های گالوانیزه** تقسیم بندی می‌شوند. مشخصات این ستون‌ها شامل:

- ۱- **ستون‌های چوبی:** برای این ستون‌ها بیشتر از چوب درختان کاج و اکالیپتوس استفاده می‌شود. ستون‌های چوبی قبل از استفاده باید تراشیده و به قطر و اندازه دلخواه تبدیل شود و سپس با نگهدارنده‌ها جهت افزایش طول عمر تیمار شود. مزیت کاربرد این ستون‌ها، هزینه کم و همچنین نصب آسان می‌باشد. تنظیم کردن قطر ستون‌ها با سر ستون و همچنین خطر حمله حشرات و قارچ‌ها از معایب ستون‌های چوبی می‌باشد معمولاً از این ستون‌ها کمتر استفاده می‌شود (شکل ۶).





شکل ۶: ستون‌های چوبی در سازه سایبان

اگر از چوب به عنوان ستون در سازه سایبان استفاده شود باید از نگهدارنده‌های مخصوص چوب برای افزایش عمر ماندگاری بیشتر استفاده کرد. نگهدارنده‌های مختلفی با ترکیبات شیمیایی متفاوت وجود دارد. به عنوان مثال، آرسنات مس کروم دار<sup>۱</sup> (CCA) یک نگهدارنده چوب است که حاوی ترکیبات کروم، مس و آرسنیک به نسبت‌های مختلف است. بورات یکی دیگر از ماده نگهدارنده ستون‌های چوبی است که از اسید بوریک ساخته شده است. از آنجایی که حاوی فلزات سنگین مانند مس نیست، جایگزین ایمن‌تری برای سایر مواد نگهدارنده در نظر گرفته می‌شود. با این حال، مشکل بورات این است که در

<sup>۱</sup> Chromated Copper Arsenate

صورت قرارگرفتن مکرر در معرض مقادیر زیادی آب، می‌تواند از چوب خارج شود. کرئوزوت (قیر زغال سنگ) یک نگهدارنده ستون های چوبی است که مبتنی بر روغن است و برای دفاع در برابر قارچ یا حشرات استفاده می‌شود. کرئوزوت به طور کلی ضد شعله است و می‌تواند تا ۲۵ سال دوام بیاورد.

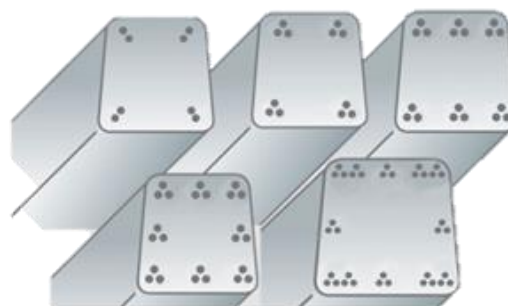
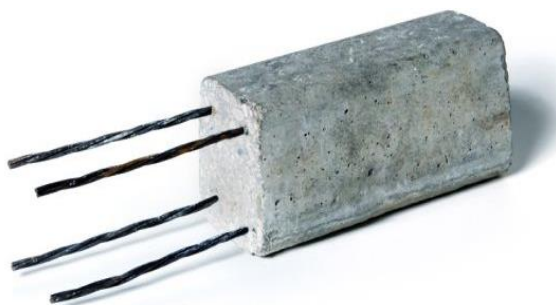
همانطور که اشاره شد قطر ستون های کناری و ستون های داخلی متفاوت بوده و معمولاً ستون های کناری ضخیم تر ساخته می‌شوند گاهی از ستون های داخلی به صورت دابل برای ستون های کناری استفاده می‌شود. در جدول زیر قطر ستون های چوبی بر اساس ارتفاع های مختلف ستون ها توضیح داده شده است.

جدول ۳: ارتفاع و قطر ستون های چوبی

| ارتفاع ستون ( متر ) | متوسط قطر (میلیمتر) |
|---------------------|---------------------|
| ۲                   | ۷۵-۱۰۰              |
| ۲/۵                 | ۷۵-۱۰۰              |
| ۳                   | ۱۰۰-۱۲۵             |
| ۵/۵                 | ۱۰۰-۱۲۵             |
| ۴                   | ۱۲۵-۱۵۰             |
| ۴/۵                 | ۱۵۰-۱۷۵             |
| ۵/۵                 | ۱۵۰-۱۷۵             |

**۲- ستون های سیمانی:** این ستون ها نسبت به ستون های چوبی از مقاومت و استحکام بیشتری برخوردار است. همچنین تنظیم قطر، برای ستون های کناری و ستون های داخلی آسانتر می‌باشد. داخل ستون ها از سه تا شش میل گرد بسته به ابعاد و ارتفاع جهت استحکام استفاده می‌شود ( شکل ۷). در برخی از کشور ها از جمله ایتالیا از فناوری بتون اتوکلاو شده استفاده می‌کنند که استحکام و انعطاف پذیری بالایی دارد که این نوع ستون ها در خاک کوبیده شده و نیاز به فونداسیون ندارد. از ستون های سیمانی معمولاً برای تیپ سازه فلت استفاده می‌شود (شکل ۸).

از مزایای پایه‌های سیمانی می‌توان به قدرت بالای آن‌ها در برابر شرایط جوی، طول عمر بالا و قیمت مناسب آن‌ها اشاره کرد. پایه‌های سیمانی وزن زیادی دارند و برای نصب نیاز به فنداسیون دارند بنابراین هزینه کارگری و زمان زیادی برای نصب آن صرف خواهد شد.



الف: ستون‌های سیمانی



ب: ستون‌های بتونی

شکل ۷: ستون‌های سیمانی و ستون‌های بتونی

به طور معمول ابعاد ستون‌های سیمانی کناری  $10 \times 12$  سانتیمتر، ستون‌های داخلی  $8/5 \times 8$  سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود. حداکثر ارتفاع ستون‌های سیمانی ۵ متر در می‌باشد. در جدول ۴ ابعاد و ارتفاع‌های مختلف ستون‌های سیمانی ابعاد مختلف ستون‌های سیمانی و ارتفاع آن اشاره شده است.

جدول ۴: ارتفاع و ابعاد ستون‌های سیمانی

| ابعاد ستون (سانتیمتر)                | ارتفاع ستون سیمانی (متر)    |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| $8/5 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$ | $2 \text{ m} - 4 \text{ m}$ |
| $8/5 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$ | $3 \text{ m} - 5 \text{ m}$ |
| $10 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$ | $5 \text{ m} - 6 \text{ m}$ |



شکل ۸: ستون‌های سیمانی در سازه سایبان

**ستون‌های گالوانیزه:** این ستون‌ها به اشکال مختلف از جمله U شکل یا به صورت هشت ضلعی ساخته می‌شود. ستون‌های گالوانیزه علاوه بر تنظیم راحت قطر ستون‌های کناری و جانبی، طول عمر بسیار بالایی دارند. این ستون‌ها نیاز به فنداسیون ندارند و در خاک کوبیده می‌شود (شکل ۹).



شکل ۹: ستون‌های گالوانیزه

ستون‌های گالوانیزه در هر قطر و ارتفاعی ساخته می‌شود که بسته به نوع محصول و شرایط منطقه و نوع خاک، ضخامت ورق و ابعاد مشخص می‌گردد (شکل ۵). از مزیت ستون‌های گالوانیزه می‌توان به: طول عمر بیشتر، استحکام زیاد، عدم نیاز به فنداسیون برای نصب، استفاده همزمان برای سیستم تربیت درختان، سازگار با هر اقلیم اشاره نمود. اما قیمت بالایی در مقایسه با ستون‌های چوبی و سیمانی دارند.

جدول ۵: ارتفاعی مختلف ستون و ضخامت ورق گالوانیزه

| ارتفاع ستون ( متر ) | ضخامت ورق گالوانیزه (میلیمتر) |
|---------------------|-------------------------------|
| ۳/۵-۳               | $\geq 2$                      |
| ۴/۵-۴               | $\geq 2/5$                    |
| ۵/۵-۵               | $\geq 3$                      |

در ستون‌های فلزی و سیمانی که در خاک کوبیده می‌شوند برای ثابت نگه داشتن و جلوگیری از لغزش ستون‌های کناری از صفحه پلیت و پیچ و مهره استفاده می‌کنند (شکل ۱۰-۱۱). این صفحه‌ها بر اساس شکل ستون به اشکال مختلف ساخته می‌شود.



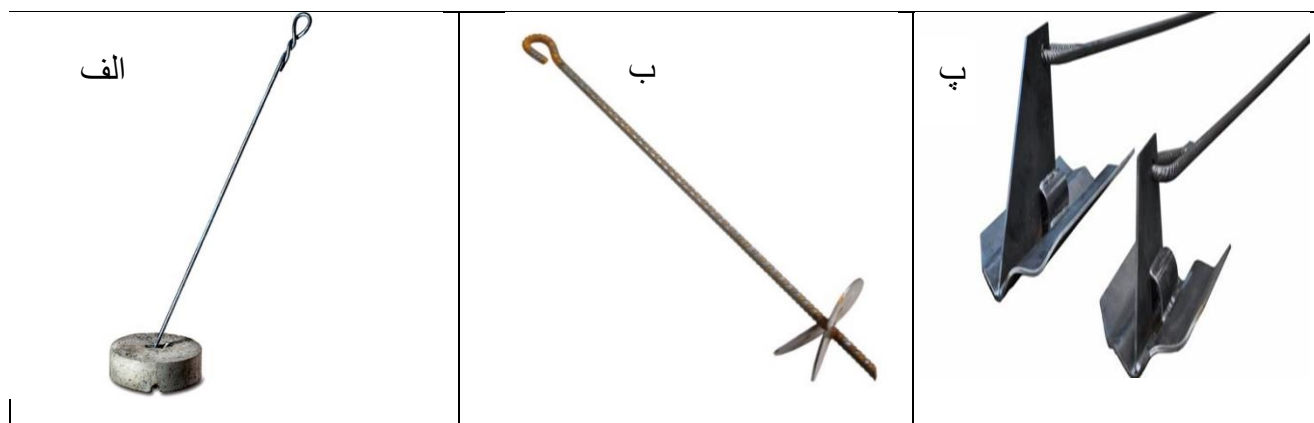
شکل ۱۰: صفحه نگهدارنده ستون‌های کناری سیمانی



شکل ۱۱: صفحه نگهدارنده ستون‌های کناری فلزی (عکس از نگارنده)

### ۳- آنکور (لنگر) ۲:

هدف از استفاده آنکور تثبیت سازه سایبان و مهار نمون کابل و سیم‌ها می‌باشد. معیار اصلی برای انتخاب آنکور، شرایط خاک و کشش مورد انتظار از کابل است. آنکور در عمق ۱/۵ تا ۲ متری و با فاصله حدود ۳ تا ۵/۲ متر از ستون‌های کناری در ابتدا و انتهای هر ردیف در زمین قرار می‌گیرد (شکل ۱۲). در خاک‌های سبک و بدون سنگ از آنکورهای حلزونی و در خاک‌های سنگین و سنگلاخی از آنکورهای بتونی استفاده می‌شود.



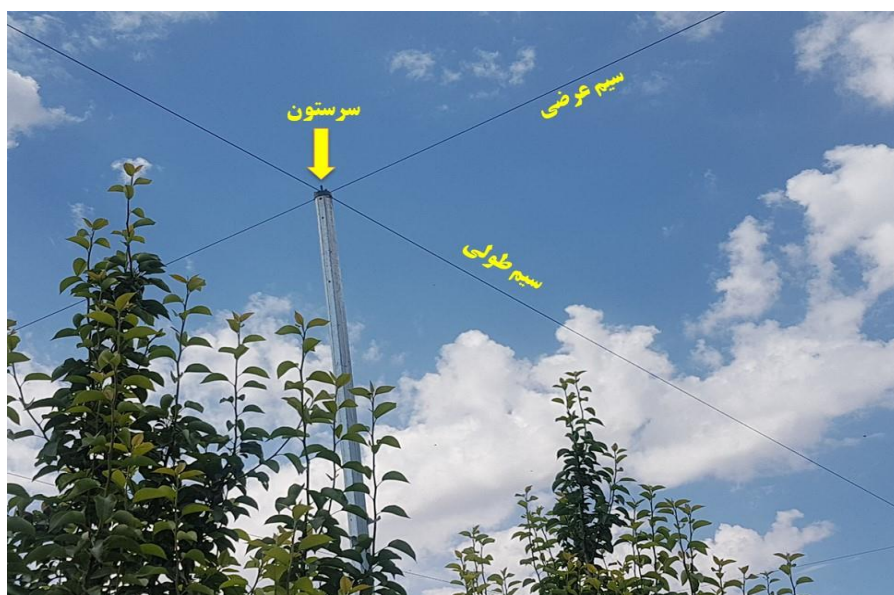
شکل ۱۲: انواع لنگر ۱: مناسب خاک‌های سنگین و حاوی سنگ ۲: مناسب خاک‌های سبک، ۳: مناسب در تمام خاک‌ها

در شکل ۱۲ قسمت الف، آنکورهای بتونی، ابتدا توسط بیل مکانیکی گودالی در خاک حفر می‌شود و سپس آنکور بتونی در آن قرار می‌گیرد و خاک اطراف آنرا پر می‌شود. شکل ۲۱ قسمت ب، مناسب خاک‌های شنی و بدون سنگ می‌باشد توسط دستگاه پیکور در خاک قرار می‌گیرد. نوع دیگر آنکور در خاک با دستگاه پیکور کوبیده می‌شود (شکل ۱۲). این نوع آنکور در تمام خاک‌ها بویژه خاک‌های سنگلاخی استفاده می‌شود. کار با این آنکور راحت‌تر و نصب آن نیز سریع‌تر خواهد بود در ۳۱ نحو قرار گیری این نوع آنکور ر نشان داده شده است. این نوع آنکور در ابعاد و اندازه‌های مختلف وجود دارد که اندازه آن به نوع خاک و نیروی کششی بستگی دارد.

<sup>2</sup> Anchor

#### ۴- سرستون (کلاهک)

در انجام شبکه بندی و کابل کشی ستون ها نیاز به استفاده از سرستون است. هم چنین سرستون ها مانع تماس پوشش توری به ستون ها می شود و از سایش جلوگیری می نماید. سرستون یا کلاهک ها در بالای ستون ها قرار و سیم های طولی عرضی را ثابت نگه می دارد تا پوشش توری روی آنها نصب شود (شکل ۱۳).



شکل ۱۳: نمای از کلاهک ستون های فلزی (عکس از نگارنده)

کلاهک از ستون ها در برابر آسیب محافظت می کنند زیرا مانع از ورود آب به انتهای ستون می شوند. همچنین طراحی پلاستیکی سرستون ها مانع از اصطکاک توری به ستون و و پاره شدن توری می شود. سرستون ها در اشکال مختلف و متناسب با قطرستون ها ساخته می شوند (شکل ۱۴). اما به طوری کلی سرستون ها به سه نوع تقسیم بندی می شوند:

کلاهک ستون های بتنی

کلاهک ستون های چوبی

کلاهک های ستون های فلزی



کلاهک پایه های سیمانی



کلاهک پایه های سیمانی



کلاهک پایه های فلزی



کلاهک پایه های چوبی

شکل ۱۴: اشکال مختلف سر ستون ها

## ۵- گیره (کلیس)

برای اتصال و فیکس کردن توری از گیره یا طناب های کششی استفاده می‌شود. به طور معمول از گیره برای اتصال دو لبه توری و همچنین ثابت کردن توری روی سیم های طولی استفاده می‌شود. (شکل ۱۶ و ۱۵). در برخی موارد از طناب های پلاستیکی که قابلیت کشسانی دارد برای اتصال دو لبه توری استفاده می شود این روش در مناطق باد خیز مناسب می‌باشد (شکل ۱۷).



شکل ۱۵: استفاده از کلیس برای فیکس کردن توری روی سیم‌های طولی (عکس از نگارنده)



شکل ۱۶: استفاده از کلیس برای وصل کردن دولبه (عکس از نگارنده)



شکل ۱۷: استفاده از نوارهای لاستیکی برای وصل کردن دو لبه توری (عکس از نگارنده)

گیره‌ها انواع و اشکال متفاوت دارند که بر اساس نوع سیستم اجرا و پوشش توری استفاده می‌شود (شکل ۱۸). این گیره‌ها معمولاً از جنس پلاستیک بوده و برای ماندگاری بیشتر از آنتی UV هنگام ساخت استفاده می‌کنند.



شکل ۱۸: اشکال مختلف گیره‌های مورد استفاده در سایبان

درفصل پاییز و زمستان برای جلوگیری از آسیب به پوشش توری و افزایش عمر ماندگاری توری معمولاً توسط گیره‌ها جمع و در روی سیم‌های طولی بسته می‌شوند (شکل ۱۹). این گیره‌ها باید حاوی آنتی UV باشد که ماندگاری بالایی داشته باشد و در معرض نور آفتاب از بین نرود.



شکل ۱۹: جمع شدن توری‌ها بر روی سرستون‌ها (عکس از نگارنده)

## ۵- کابل‌ها، سیم‌ها و مهارکننده:

کابل‌ها و سیم‌هایی که برای سایبان استفاده می‌شوند به شدت به نیروهای وارد شده به آنها حساس هستند. هنگامی که یک کابل یا سیم بیش از توانایی خود تحت فشار قرار می‌گیرد، ممکن است یکپارچگی ساختاری خود را از دست بدهد. بنابراین انتخاب سائز مناسب کابل و یا سیم و همچنین روش صحیح نصب در سازه سایبان بسیار مهم است تا از آسیب دیدن آنها جلوگیری شود زیرا آسیب همیشه قابل مشاهده نیست. انواع سیم‌های مختلف، ممکن است یکسان به نظر برسند اما در صورت قرار گرفتن در معرض یکسان فشار می‌توانند پاسخ‌های کاملاً متضادی داشته باشند. بنابراین، تعیین انتخاب صحیح سیم و کابلی که متناسب با سازه مورد نظر را داشته باشد، ضروری است. در جدول ۶ مشخصات کابل و سیم‌های مورد استفاده در

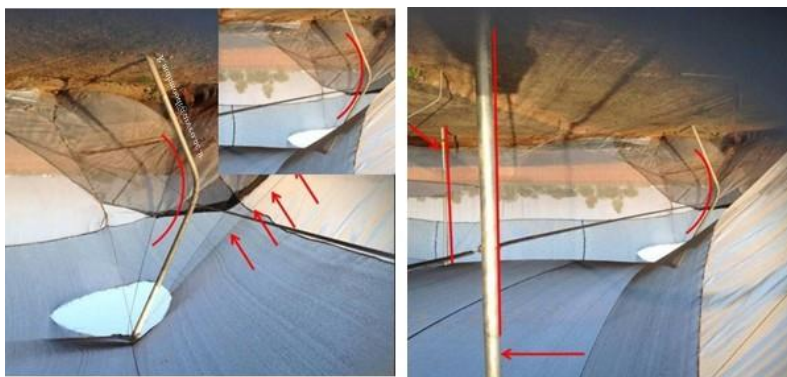
سازه سایبان آورده شده است. از سیم‌های با قطر مختلف برای سیم‌های عرضی و طولی بر روی ستون‌ها استفاده می‌شود که ساینز ۴ میلیمتر مناسب‌ترین می‌باشد.

جدول ۶: مشخصات کابل‌ها و سیم‌های استاندارد مورد استفاده در سایبان

| نوع کابل            | قطر<br>(میلیمتر) | نیروی فشار (کیلو نیوتن) |         |        | مدل ینگ<br>(مگاپاسکال)* |
|---------------------|------------------|-------------------------|---------|--------|-------------------------|
|                     |                  | حداقل                   | میانگین | حداکثر |                         |
| کابل اولیه          | ۸                | ۱۷/۳۹                   | ۸/۳     | ۱۹/۲۲  | ۱۴۰                     |
| کابل ثانویه         | ۶                | ۱۱/۴                    | ۱۲      | ۱۲/۶   | ۱۴۰                     |
| کابل اولیه آنکور    | ۸                | ۳۰/۷۸                   | ۳۲/۴    | ۳۴/۰۲  | ۱۴۰                     |
| کابل ثانویه آنکور   | ۸                | ۱۹                      | ۲۰      | ۲۱     | ۱۴۰                     |
| سیم‌های طولی و عرضی | ۴                | ۱۱/۹                    | ۱۲      | ۱۲/۶   | ۱۰۰                     |

\* مدول ینگ معیاری برای سنجش میزان مقاومت مواد جامد در برابر تغییر شکل الاستیک و یا به عبارتی سنجش سفتی آن‌ها است. این کمیت، تنش (نیروی وارد شده در واحد سطح) را به کرنش (تغییر شکل نسبی) در امتداد یک خط یا محور مربوط می‌کند

با توجه به ماهیت سازه، کابل‌ها، ستون‌ها را مهار می‌کنند تا در حین استفاده یک شبکه ساختاری مستحکم تشکیل دهند. این تعادل تعیین می‌کند که آیا سازه می‌تواند نیروهای پایداری را که بر آن وارد می‌شود، تحمل کند یا خیر. اگر این تعادل مختل شود، نیروهای حاصل می‌توانند ستون‌ها را تحت فشار قرار دهند. این امر به ویژه زمانی مهم است که یک یا چند عنصر کلیدی سازه سایبان به دلیل خرابی در معرض خطر قرار گیرد و فشار بیش از حد منجر به شکست یا کپس سازه می‌شود (شکل ۲۰). فشار کابل به موقعیت مکانی از جمله سرعت باد و توپوگرافی منطقه نیز بستگی دارد.



شکل ۲۰: آسیب ناشی از فشارهای وارده به سازه غیر استاندارد

در اتصال کابل‌ها به آنکور از دستگاه‌های کششی استفاده می‌شود تا با استفاده از آن بتوان میزان کشش کابل‌ها را تنظیم نمود (شکل ۲۱). در برخی از سازه‌های فلزی نیز در اتصال سیم‌های عرضی و طولی به ستون‌های کناری نیز از دستگاه‌های تنظیم کشش سیم برای رگلاژ کردن استفاده می‌کنند (شکل ۲۱).



شکل ۲۱: دستگاه‌های کششی کابل‌ها و سیم‌ها سازه سایبان (عکس از نگارنده)

# فصل دوم

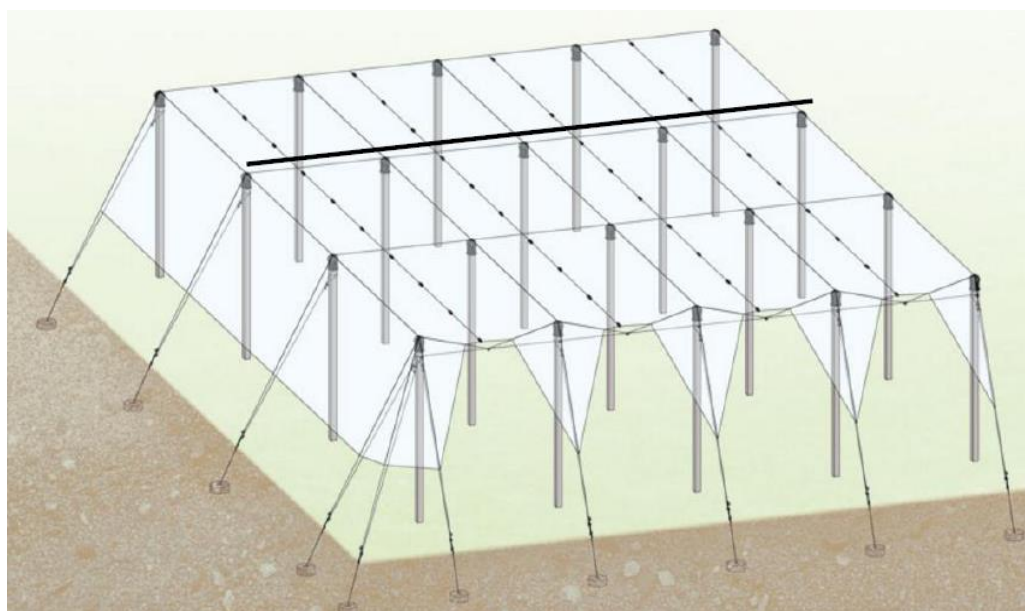
## طراحی و اجرای سازه سایبان

هر سازه بسته به هدف، نوع گیاه و نوع کاربری طراحی خاص خود را دارد. بنابراین سازه سایبان بر اساس نوع درختان، فواصل بین درختان و شرایط منطقه، شرایط آب و هوایی طراحی می‌شود. قبل از پرداختن به اجرای سازه سایبان در باغ بهتر است اشاره ای به مدل های مختلف سازه شود. به طور کلی تیپ های رایج در باغات، سیستم فلت<sup>۳</sup> و سیستم زیگزاگ<sup>۴</sup> می باشد. در هر منطقه و بسته به هدف و نوع محصول یکی از این تیپ های سازه انتخاب می گردد.

## انواع تیپ سازه سایبان

### ۱- سیستم فلت ( Flat System )

سیستم رایج در بیشتر باغات روش فلت بوده و پیشنهاد می گردد این سیستم برای درختان با فاصله بین ردیف ها چهار متر یا کمتر استفاده شود. در این روش فاصله بین ستون ها در روی ردیف ۸ متر و ارتفاع ستون ها از سطح زمین ۴-۴/۵ متر در نظر گرفته می شود. از مزایای این سیستم می توان به نصب راحت و هزینه کمتر نسبت به سایر روشها اشاره کرد. در شکل ۲۲ این سیستم به صورت شماتیک نشان داده شده است که خط مشکی نشان دهنده سیم های عرضی است که بر روی سر ستون ها قرار گرفته و توری روی آنها نصب می شود و حالت فلت را در سازه ایجاد می کند.



شکل ۲۲: تصویر شماتیک سیستم فلت سایبان ( هندبوک اصول احداث سایبان در باغات)

<sup>3</sup> Flat system

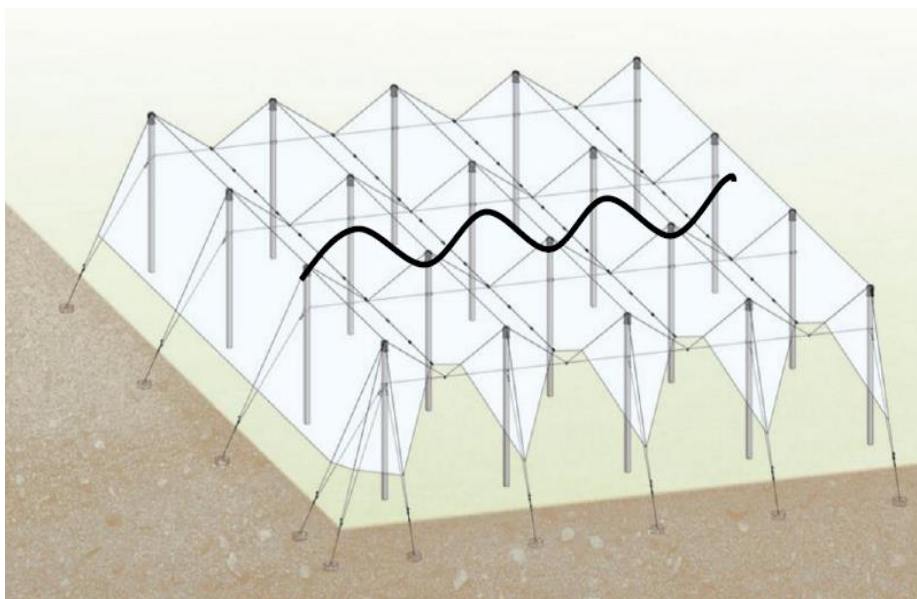
<sup>4</sup> Roof style system



شکل ۲۳: سیستم فلت سایبان (عکس از نگارنده)

## ۲- سیستم زیگزاگ (Roof Style system)

در سیستم زیگزاگ یا Roof سیم‌های عرضی با فاصله ۵۰ تا ۷۰ سانتیمتر از سر ستون قرار گرفته (خط زرد رنگ در شکل ۲۵) و توری با گیره‌های مخصوص روی آن متصل می‌شود (شکل ۲۴). در این سیستم فاصله بین ستون‌ها در روی ردیف‌ها ۱۰ متر و ارتفاع ستون از سطح زمین با لای ۴-۵/۵ متر در نظر گرفته می‌شود. عرض توری‌ها مورد استفاده باید ۲۰ تا ۲۵ درصد بیشتر از فاصله بین ردیف‌ها باشد برای مثال اگر فاصله بین ردیف‌ها ۴ متر باشد باید توری‌های با عرض ۵ متر در نظر گرفته شود. این روش برای درختان با فاصله بیشتر از ۴ متر کاربرد دارد.



شکل ۲۴: تصویر شماتیک سایبان زیگزراگ (Roof style system) (هندبوک اصول احداث سایبان در باغات)

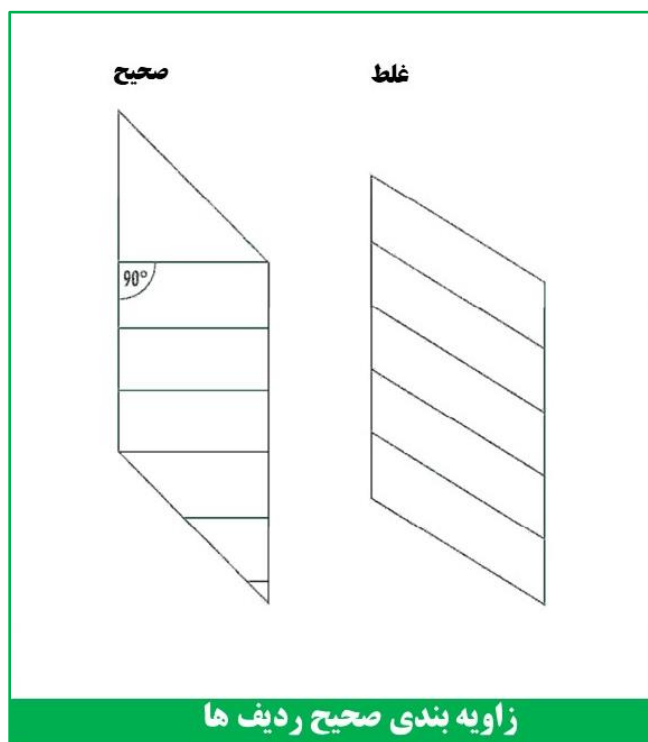


شکل ۲۵: سیستم زیگزراگ. (خط زرد رنگ و خط سیاه رنگ نشان دهنده نحو قرار گرفتن توری بر روی سیم های عرضی)

## الزامات قبل از اجرا

### ۱- موارد زیر باید قبل طراحی و احداث سایبان در نظر گرفته شود:

- ✓ عرض ردیف ها به نوع گیاه و نوع ماشین آلات مورد استفاده بستگی دارد.
- ✓ ارتفاع درختان و ارتفاع ماشین آلات مورد استفاده در باغ برای انتخاب ارتفاع ستون مد نظر قرار گرفته شود.
- ✓ ارتفاع ستون از ارتفاع گیاه بیشتر باشد زیرا قسمتی از ستون در خاک قرار گرفته و ارتفاع موثر ستون کاهش می یابد.
- ✓ در نظر گرفتن فاصله ستون کناری از آنکور، این فاصله به ارتفاع ستون بستگی دارد. معمولاً این فاصله نباید کمتر از ۲ متر باشد.
- ✓ خطوط را با زاویه ۹۰ درجه نسبت به جهت ردیف متقاطع کنید، اساساً توصیه می شود که زاویه ۹۰ درجه را حفظ کنید (شکل ۲۶).
- ✓ تعیین حداکثر سرعت باد منطقه
- ✓ تعیین درصد سایه اندازی
- ✓ مدیریت تنش های محیطی با تعیین زمان دقیق باز و بسته نمودن پوشش توری



شکل ۲۶: زاویه بندی صحیح ردیف ها

۲- پس از تعیین ویژگی‌های اساسی گیاه (ارتفاع گیاه، فواصل کشت)، باید نوع سیستم مناسب و

استاندارد انتخاب شود. موارد زیر در انتخاب نوع سیستم مهم و ضروری می‌باشد:

✓ انتخاب نوع تیپ سازه (فلت یا زیگزاگ)

✓ انتخاب نوع توری (رنگ، مش، نوع بافت و جنس) بر اساس هدف و کاربری سایبان

✓ انتخاب اتصالات توری (کلیپس، کش‌های پلاستیکی)

✓ انتخاب نوع ستون (فلزی، سیمانی، چوبی)

✓ انتخاب نوع آنکور

۳- پس از اتمام برنامه ریزی و انتخاب نوع سیستم، سپس نقشه به طور دقیق طراحی و در زمین اجرا می

گردد. این مرحله ترتیب اجرا شامل:

۱. جانمایی محل ستون‌ها و آنکور

۲. نصب ستون‌های کناری و داخلی

۳. نصب آنکور

۴. ثابت کردن سیم‌ها و کابل‌ها

۵. نصب توری

۶. وصل کردن اتصالات توری

مراحل اجرای سایبان شامل موارد زیر می‌باشد:

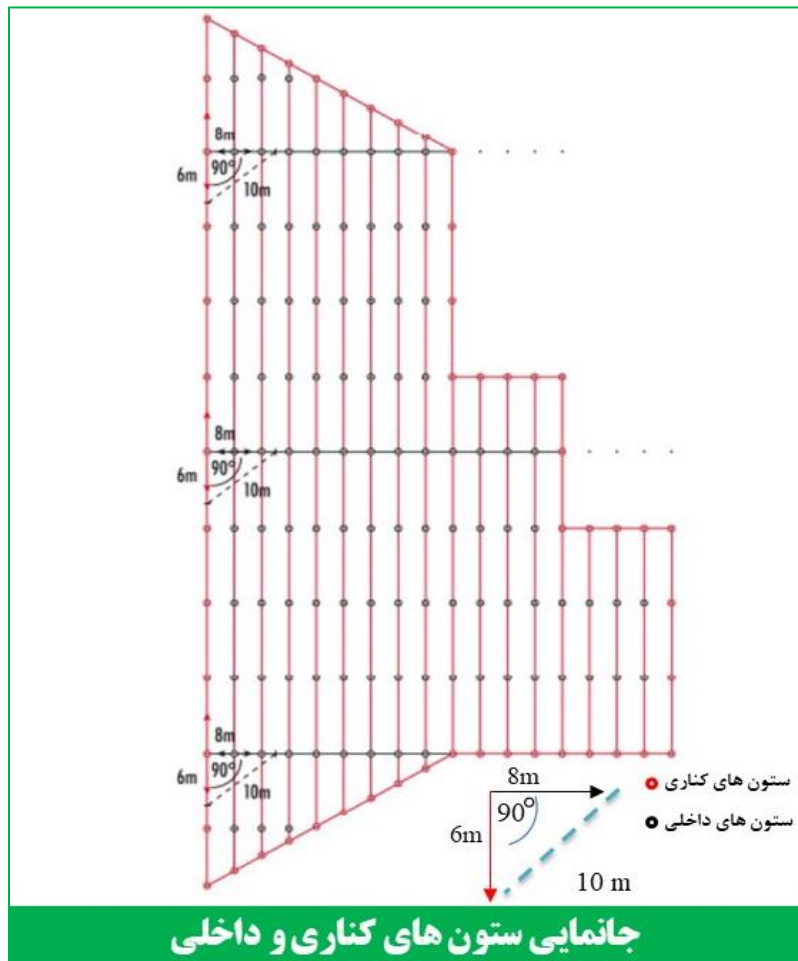
#### ۱- جانمایی و نصب ستون‌ها و آنکور

در زمینی که هنوز درختان کشت نشده، برای جانمایی ستون‌ها، بسته به توپوگرافی زمین لازم است با ابزارهای نقشه برداری

محل ستون‌ها مشخص و نشانه‌گذاری گردد. اما زمانی که درختان با یک سیستم آرایش منظم کشت شده است مشخص کردن

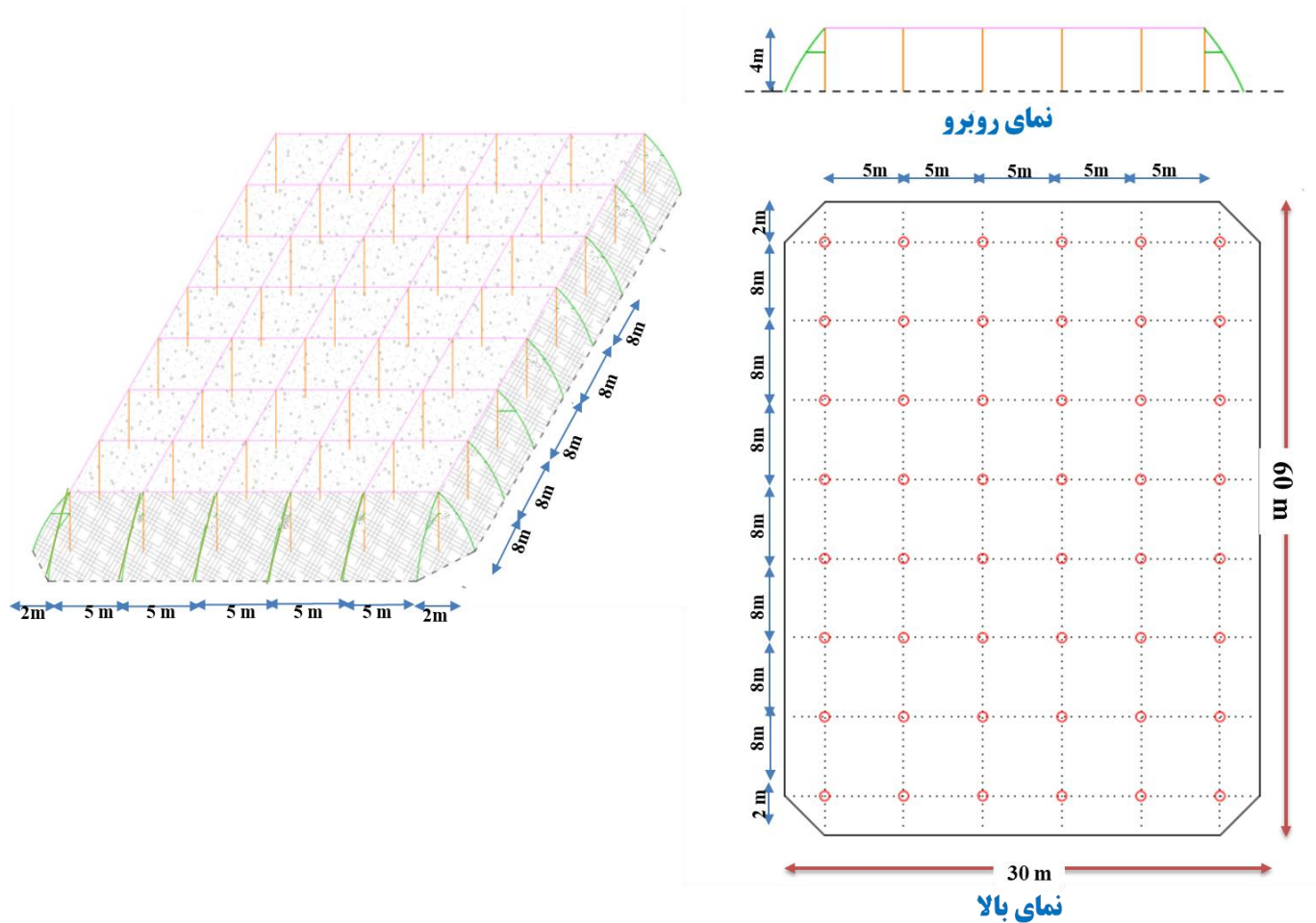
مکان ستون‌ها راحت‌تر انجام می‌شود ابتدای هر ردیف، ستون‌های کناری قرار می‌گیرد و بسته به باغ و منطقه فاصله ستون‌های

داخلی ۸ تا ۱۰ متری در روی ردیف‌ها قرار می‌گیرد. در شکل ۲۱، روش جانمایی ستون‌های کناری و داخلی به طور شماتیک با فواصل فرضی ۶×۸ متر نشان داده شده است. اول ستون‌های کناری در ابتدای هر ردیف قرار گرفته و سپس ستون‌های داخلی بر روی ردیف‌ها با زاویه ۹۰ درجه نسبت به خط ستون‌های کناری نصب می‌شود. فاصله ستون‌های داخلی، بسته به ارتفاع ستون و شرایط اقلیمی منطقه، بین ۶ تا ۱۰ متر در نظر گرفته می‌شود. فاصله بین ردیف‌ها نیز به فواصل کاشت بستگی دارد.



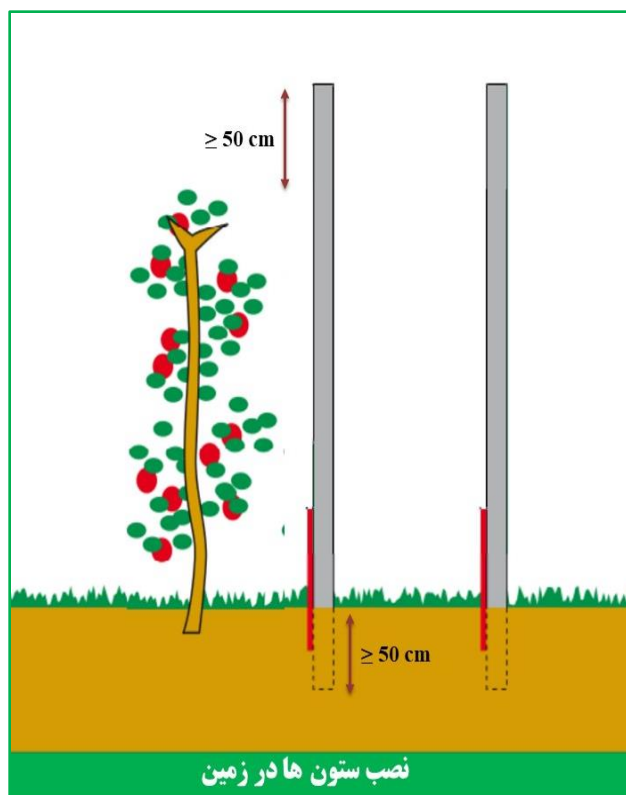
شکل ۲۷: نقشه احداث سایبان با فواصل ۶\*۸ متر

تهیه نقشه و جانمایی ستون بر اساس توپوگرافی زمین در موفقیت کار اهمیت زیادی دارد. در شکل ۲۸، نقشه جانمای ستون‌ها با فواصل ۸×۵ متر از نمای بالا، روبرو و نمای کلی آن به تصویر کشیده شده است.



شکل ۲۸: نقشه سایبان با فاصل ۸×۵ متر از زوایای مختلف

موقع انتخاب طول ستون باید ارتفاع درخت و مقدار ستون که در خاک قرار می‌گیرد را مدنظر قرار داد. طول ستون وارد شده در خاک، به ابعاد و ارتفاع ستون و نوع خاک بستگی دارد اما به طور استاندارد حداقل نیم متر در نظر می‌گیرد. علاوه بر آن برای جریان بهتر هوا زیر پوشش توری و تردد ماشین آلات کشاورزی، ضروری است حداقل نیم متر بین توری و تاج درخت فاصله باشد (شکل ۲۹). بنابراین ارتفاع ستون مجموع ارتفاع گیاه + طول ستون در خاک + حداقل نیم متر فاصله تاج درخت با توری است. برای مثال اگر ارتفاع درخت ۳ متر باشد ارتفاع ستون حداقل باید ۴ متر در نظر گرفته شود.



شکل ۲۹: جانمایی صحیح ستون ها و نصب آنها در زمین

در مناطق باد خیز و در ستون‌های فلزی برای نصب ستون‌های در خاک ابتدا یک ستون به طول ۱/۵ متر تا ۱/۲۰ متر در خاک

کوبیده می‌شود و ستون‌های کناری و داخلی رو آن پیچ می‌شود این روش علاوه بر استحکام ستون موجب پرو و تابل بودن

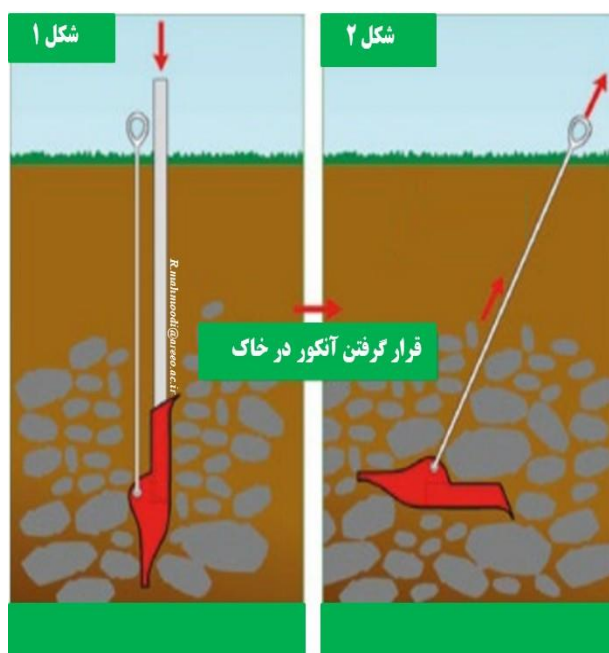
سازه نیز می‌شود ( شکل ۳۰).



شکل ۳۰: نصب فتینگ پارت و پیچ کردن ستون‌ها روی آن

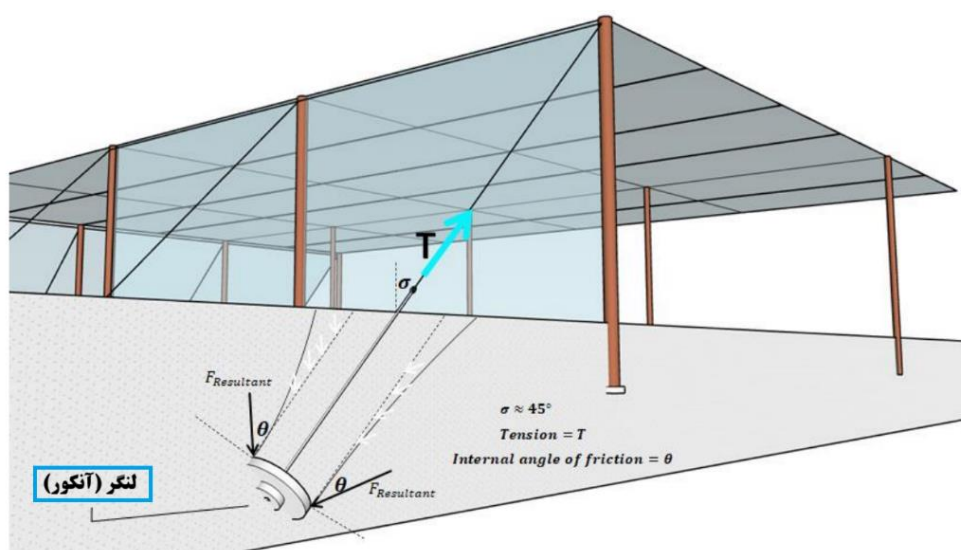
## ۲- نصب آنکور

انتخاب نوع آنکور به نوع خاک، میزان نیروی کششی و ماشین آلات نصب بستگی دارد. معمولاً از آنکورهای فلزی که در خاک کوبیده می‌شود استفاده می‌شود. این آنکورها علاوه بر نصب راحت، در خاک‌های سنگلاخی نیز قابل استفاده است. در شکل ۳۱ نحوه قرارگیری این ستون‌ها در خاک نشان داده شده است.



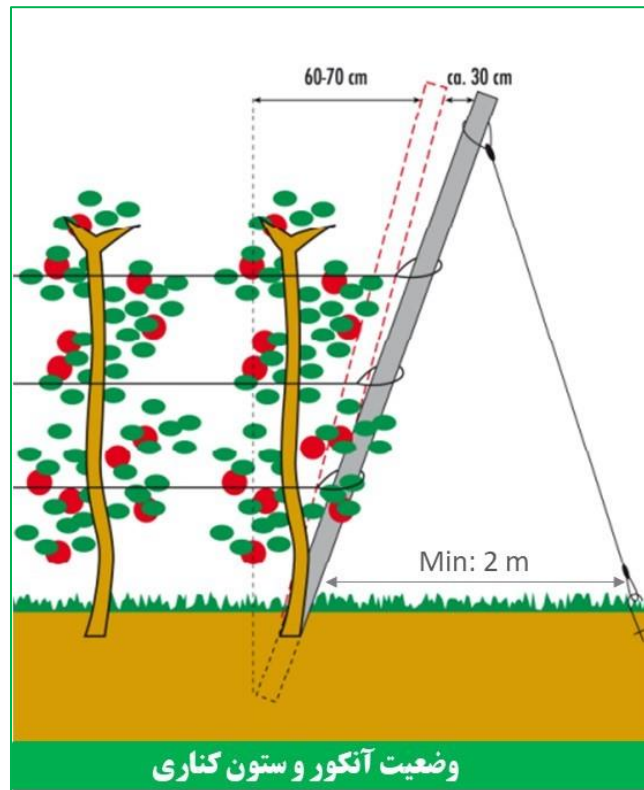
شکل ۳۱: نحو قرار گیری آنگور های کوبشی در خاک

در حین نصب باید دقت شود که حرکت اولیه آنگور به حداقل برسد، در غیر این صورت، آنگور با گذشت زمان حرکت کرده و سستی و شل شدگی در کابل های اولیه/ثانویه ایجاد می گردد که منجر به عدم تعادل در عملکرد کلی سازه می شود. زاویه اصطکاک داخلی به نوع خاک بستگی دارد و معیاری از توانایی یک خاک برای تحمل تنش کششی است، همانطور که در شکل ۳۲ نشان داده شده است. این زاویه باید که در بدرستی اندازه گیری می شود.



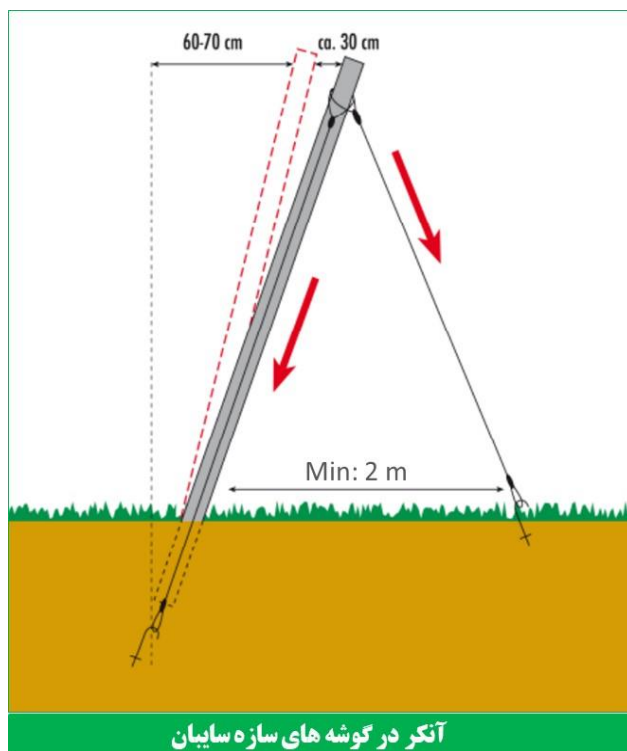
شکل ۳۲: نحو قرار گیری و زاویه مناسب آنگور در خاک

فاصله آنکور از ستون‌های کناری به ارتفاع ستون بستگی دارد. اما حداقل بین ۲-۳ متر از ستون‌های کناری باید فاصله داشته باشد. اتصال ستون به آنکور توسط کابل‌ها با قطر ۸ میلیمتر وصل می‌شود (شکل ۳۳).



شکل ۳۳: فاصله آنکور تا ستون کناری و نحوه اتصال کابل به آنکور

کابل در بالای ستون کناری، حدود ۲۵ سانتیمتر پایین‌تر از انتهای ستون کناری پیچیده می‌شود و انتهای دیگر آن به آنکور و دستگاه کششی وصل می‌شود (شکل ۳۴ و ۳۵). شیب ستون کناری ۶۰ تا ۷۰ سانتی متر از بالای ستون پایه است و بسته به نوع خاک حدود ۳۰ سانتیمتر کشش در ستون کناری وجود دارد. ستون‌های کناری که در گوشه سازه سایبان قرار گرفته‌اند از دو طرف توسط کابل به آنکور وصل می‌شوند (شکل ۳۴).



شکل ۳۴: ستون های کناری در گوشه های سازه سایبان ونحو اتصال آن به انکور از دو طرف



شکل ۳۵: ستون های کناری در گوشه های سازه سایبان ونحو اتصال آن به انکور (عکس از نگارنده)

### ۳- ثابت کردن سیم‌ها و کابل‌ها و ایجاد یک شبکه بندی:

بعد از نصب ستون‌ها و آنکور، نوبت به ایجاد شبکه بندی توسط سیم‌های بر روی ستون‌های داخلی و اتصال آن سیم‌ها به ستون‌های کناری می‌گردد (شکل ۳۶).



شکل ۳۶: سیم‌کشی بر روی ستون‌های داخلی (عکس از نگارنده)

### ۴- نصب توری بر روی سازه:

توری ابتدا با کمک اپراتور بر روی سیم‌های طولی قرار می‌گیرد (شکل ۳۷). در روی سیم‌های طولی هر ۲ متر یک گیره برای ثابت کردن توری روی سیم وصل می‌شود. معمولاً توری‌ها در وسط عرض توری دارای یک خط نشان با رنگ متضاد توری وجود دارد که راهنمای خوبی موقع نصب می‌باشد. در شکل ۳۷ نصب توری نشان داده شده است. باید توجه کرد در سیستم فلت، سیم‌های عرضی روی توری قرار می‌گیرد.



شکل ۳۷: مراحل نصب توری در سیستم فلت (عکس از نگارنده)

### نصب گیره (کلیپس) و اتصالات توری:

دو لبه توری در فواصل یک متری توسط کلیپس وصل می‌شوند. در برخی موارد از کش‌های لاستیکی استفاده می‌شود (شکل ۳۸). گیره‌ها انواع مختلف دارند که موقع انتخاب باید به داشتن آنتی UV و راحت باز و بسته کردن آنها توجه کرد.



شکل ۳۸: اتصال دو لبه توری توسط گیره (عکس دوم از نگارنده)

### نصب نوارهای آبیاری بر روی سازه سایبان

بعد از احداث سایبان، قرار گرفتن نوارهای آبیاری بر روی زمین باعث مشکلاتی در تهیه عملیات داشت در طول فصل رشد می شود بنابراین در صورتی که باغدار بخواهد نوارهای آبیاری را در بالای سطح زمین قرار دهد، باید از لوله فلزی به طول

۵۰ الی ۷۰ سانتیمتر ( بسته به تاج درختان) به طور افقی بر روی ستون های داخلی در طول ردیف های کاشت، در ارتفاع ۷۰ سانتیمتری از سطح زمین استفاده کرد. سیم های به قطر ۲/۵ الی ۳ میلیمتر در طرف قرار می گیرد و نوارهای آبیاری روی این سیم ها فیکس شود (شکل ۴۰ و ۳۹).



شکل ۳۹: قرار گرفتن نوارهای آبیاری بر روی ستون های سازه سایبان



شکل ۴۰: قرار گرفتن نوارهای آبیاری بر روی ستون های و سهولت در عملیات خاکورزی پای درختان (عکس از نگارنده)

### بهره‌وری و نگهداری سایبان

پس از نصب سایبان، دوره‌ای یا فصلی بخصوص بعد از یک تنش محیطی مثل تگرگ، باد شدید، باران‌های شدید و... باید سازه مورد بررسی قرار گیرد.

#### تعمیر و نگهداری دوره‌ای یا فصلی سایبان عمدتاً شامل موارد زیر است:

- ✓ جمع کردن توری روی سیم‌های طولی در زمستان. لطفاً توجه داشته باشید که همه این کارها باید قبل از اولین بارش برف انجام و به پایان برسد (شکل ۴۱).
- ✓ بسته شدن توری. در اینجا فرد باید بر اساس نوع گرده افشانی درختان تصمیم بگیرد که آیا بسته شدن باید یا بعد از گلدهی درختان انجام شود. معمولاً در گونه‌های که با حشرات یا باد گرده افشانی می‌شود بهتر است بعد از گلدهی توری‌ها باز شوند (شکل ۴۲).
- ✓ کار تعمیر و نگهداری پس از یک حادثه خاص: در شرایط آب و هوایی مانند تگرگ، برف، طوفان و بارندگی‌های شدید بازدید از سازه باید صورت گیرد و قسمت‌های آسیب دیده باید مشخص و تعمیر شود.
- ✓ رگلاژ کردن سیم‌های و کابل‌ها. با توجه به نوسانات دمایی و همچنین باری که بر روی سیم‌های طولی و عرضی وجود دارد در ابتدای هر فصل باید محل اتصال سیم‌ها به ستون تنظیم شود (شکل ۴۳).



شکل ۴۱: جمع کردن توری روی سیم‌های طولی در فصل زمستان قبل از بارش برف



شکل ۴۲: جمع کردن توری روی سیم‌های در فصل گلدهی (درختانی که با حشرات گرده افشانی می‌کنند)



شکل ۴۳: رگلاژ کردن سیم و کابل‌ها در ابتدای فصل (عکس از نگارنده)

#### موارد زیر باید بررسی و در صورت لزوم تعمیر شوند.

- ✓ آیا سیم‌ها بدون اتصال یا شکسته وجود دارد؟
- ✓ آیا لنگر (ها) از خاک بیرون آمده است؟
- ✓ آیا ستون‌ها در خاک بیش از حد مجاز بر اثر رطوبت بیش از حد خاک فرو رفته اند؟
- ✓ آیا اتصال توری روی رج یا اتصالات توری در لبه مشکلی دارد؟
- ✓ آیا توری پاره شده است یا خیر؟
- ✓ آیا سیم‌ها شل شده اند و نیاز به رگلاژ دارد؟

### سازه به دلایل زیر در طول عمر خود نیاز به نگهداری مستمر دارد:

- ✓ تغییرات شرایط آب و هوایی (باد، دما، باران) باعث حرکت مداوم اجزا می شود که ممکن است منجر به وضعیت نامتعادل شود.
- ✓ در شرایط نامتعادل، برخی از اجزا تحت فشار بیش از حد هستند، در حالی که برخی دیگر تحت تنش هستند. یک قطعه در صورتیکه بیش از حد در حال تنش قرار گیرد ممکن است خراب شود و این نیروهای اضافی را به اجزای باقی مانده منتقل می کند. این انتقال نیرو ممکن است به اجزای نزدیک فشار وارد کند و ممکن است منجر به خرابی بیشتر سازه و سایر قطعات شود.
- هدف از نگهداری در طول عمر سازه سایبان این است که اطمینان حاصل شود که در شرایط تنش بیش از حد یا زیر بار انواع تنش اتفاق بدی رخ نمیدهد و سازه حالت تعادلی خود را حفظ می کند.

## تصاویری از خسارت‌های وارد شده به سایبان



شکل ۴۱: پاره شدن توری در محل سر ستون در اثر کشش بیش از حد توری در روی سر ستون و انتخاب نادرست تیپ سازه سایبان و عرض توری نامناسب (عکس از نگارنده)



شکل ۴۲: پاره شدن توری ناشی از کیفیت پایین توری و نصب غیر اصولی در مناطق بادخیز (عکس از دکتر ولی اله رسولی)



شکل ۴۳: خم شدن ستون‌ها در اثر بارش برف و عدم تحمل سازه به بار برف (عکس از نگارنده)



شکل ۴۴: تخریب سازه ناشی از عدم تحمل به بار برف (عکس از نگارنده)

- . محمودی، ر. ۱۴۰۰. اصول احداث سایبان. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- Alarcón, J.J., Ortuno, M.F., Nicolás, E., Navarro, A., Torrecillas, A., 2006. Improving water-use efficiency of young lemon trees by shading with aluminised-plastic nets. *Agric. Water Manag.* 82, 387–398.
- Al-Helal, I.M., Abdel-Ghany, A.M., 2010. Responses of plastic shading nets to global, diffuse PAR transfer: optical properties, evaluation. *NJAS-Wagen. J. Life Sci.* 57, 125–132.
- Appling, S.M., 2012. Colored Shade Cloth Affects the Growth of Basil, Cilantro, and Parsley. M.S.c. Thesis. Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.
- Arena, C., Tsonev, T., Doneva, D., De Micco, V., Michelozzi, M., Brunetti, C., Centritto, M., Fineschi, S., Velikova, V., Loreto, F., 2016. The effect of light quality on growth, photosynthesis, leaf anatomy and volatile isoprenoids of a monoterpene-emitting herbaceous species (*Solanum lycopersicum* L.), an isoprene-emitting tree (*Platanus orientalis* L.). *Environ. Exp. Bot.* 130, 122–132.
- Basile, B., Romano, R., Giaccone, M., Barlotti, E., Colonna, V., Cirillo, C., Shahak, Y., Forlani, M., 2008. Use of photo-selective nets for hail protection of kiwifruit vines in southern Italy. *Acta Hortic.* 770, 185–192.
- Blakey, R.J., van Rooyen, Z., Köhne, J.S., Malapana, K.C., Mazhawu, E., Tesfay, S.Z., Savage, M.J., 2016. Growing Avocados Under Shadenetting. Progress Report-Year 2, South African Avocado Growers' Assosiation Yearbook, vol. 39. pp. 80–83.
- Bosco, L.C., Bergamaschi, H., Cardoso, L.S., de Paula, V.A., Marodin, G.A., Nachtigall, G.R. 2015. Apple production and quality when cultivated under anti-hail cover in Southern Brazil. *International Journal of Biometeorology*, 59, 7:773-782
- Castellano, S.; Mugnozza, G.S., Russo, G., Briassoulis, D., Mistriotis, A., Hemming, S. and Waaijenberg, D. 2008. Design and use criteria of netting systems for agricultural production in Italy. *The Journal of Agricultural Engineering*, 3: 31-42
- Chang, P.T., Hsieh, C.C., Jiang, Y.L., 2016. Responses of 'Shih Huo Chuan' pitaya (*Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britt. & Rose) to different degrees of shading nets. *Sci. Hortic.* 198, 154–162.
- Hedhly, A., Hormaza, J.I., Herrero, M., 2003. The effect of temperature on stigmatic receptivity in sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Plant Cell Environ.* 26, 1673–1680.
- Howden, S.M., Soussana, J.F., Tubiello, F.N., Chhetri, N., Dunlop, M., Meinke, H., 2007. Adapting agriculture to climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 104, 19691–19696.
- Iglesias, I., Alegre, S., 2006. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala' apples. *J. Appl. Hortic.* 8, 91–100.

- İncesu, M., Yeşiloğlu, T., Çimen, B., Yılmaz, B., 2016. Effects of nursery shading on plant growth, chlorophyll content and PSII in 'Lane Late' navel orange seedlings. *Acta Hortic.* 1130, 301–306.
- Kiprijanovski, M., Gjamovski, V., Arsov, T., 2016. The effects of anti-hail net in protection of pear orchard after hailstorm occurrence. *Acta Hortic.* 1139, 529–534.
- Leanne Webb, Rebecca Darbyshire, Tim Erwin, Ian Goodwin. 2017 A robust impact assessment that informs actionable climate change adaptation: future sunburn browning risk in apple. *International Journal of Biometeorology* 61:5, pages 891-901
- Mahmood, A., Hu, Y., Tanny, J., Asante, E.A., 2018. Effects of shading and insect-proof screens on crop microclimate and production: a review of recent advances. *Sci. Hortic.* 241, 241–251.
- Mditshwa, A., Magwaza, L. S. & Tesfay, S. Z. 2019. Shade netting on subtropical fruit: Effect on environmental conditions, tree physiology and fruit quality. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. 256, 108556
- Meena, V.S., Kashyap, P., Nangare, D.D., Singh, J., 2016. Effect of coloured shade nets on yield and quality of pomegranate (*Punica granatum*) cv. Mridula in semi-arid region of Punjab. *Indian J. Agric. Sci.* 86, 500–505.
- Oren-Shamir, M., Gussakovskye, E., Spiegel, E., Nissim, A., Ratner, K., Ovadia, R., Giller, Y.E., Shahak Y. 2001. Coloured shade nets can improve the yield and the quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. *J Hort. Sci. Biotech.*, 76, 353-361.
- Peña, J.F., Carabalí, A., 2018. Effect of honey bee (*Apis mellifera* L.) density on pollination and fruit set of avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. *J. Apic. Sci.* 62, 5–14.
- Pham, V.T., Herrero, M., Hormaza, J.I., 2015. Effect of temperature on pollen germination and pollen tube growth in longan (*Dimocarpus longan* Lour.). *Sci. Hortic.* 197, 470–475. Pirkner, M., Tanny, J., Shapira, O., Teitel, M., Cohen, S., Shahak, Y., Israeli, Y., 2014. The effect of screen type on crop micro-climate, reference evapotranspiration and yield of a greenhouse banana plantation. *Sci. Hortic.* 180, 32–39
- Retamales, J.B., Montecino, J.M., Lobos, G.A., Rojas, L.A., 2008. Colored shading nets increase yields, profitability of highbush blueberries. *Acta Hortic.* 770 (August), 193–197.
- Shahak, Y., 2006. Photo-selective netting for improved performance of horticultural crops. A review of ornamental and vegetable studies carried out in Israel. *Acta Hortic.* 770, 161–168.
- Shakeri, M., Ashkan, M. & Zakiei, Z. (2006). Sunburn of trunks and branches of pomegranate trees and its control. *Journal of Agricultural Sciences of Iran*, 37, 93-100. (In Farsi).
- Sweetman, C., Sadras, V.O., Hancock, R.D., Soole, K.L., Ford, C.M., 2014. Metabolic effects of elevated temperature on organic acid degradation in ripening *Vitis vinifera* fruit. *J. Exp. Bot.* 65, 5975–5988.

Tanny, J., Cohen, S., 2003. The effect of a small shade net on the properties of wind and selected boundary layer parameters above and within a citrus orchard. *Biosyst. Eng.* 84, 57–67.

Tanny, J., Cohen, S., Grava, A., Haijun, L., 2006. Airflow and turbulence in a banana screenhouse. *Acta Hortic.* 719, 623–630.

Tegelberg, R., Julkunen-Tiitto, R., Aphalo, P.J., 2004. Red: far-red light ratio and UV-B radiation: their effects on leaf phenolics and growth of silver birch seedlings. *Plant Cell Environ.* 27, 1005–1013.

Tinyane, P.P., Soundy, P., Sivakumar, D., 2018. Growing ‘Hass’ avocado fruit under different coloured shade netting improves the marketable yield and affects fruit ripening. *Sci. Hortic.* 230, 43–49.

Zhou, K., Jerszurki, D., Sadka, A., Shlizerman, L., Rachmilevitch, S., Ephrath, J., 2018. Effects of photoselective netting on root growth and development of young grafted orange trees under semi-arid climate. *Sci. Hortic.* 238, 272–280.

Website: <http://www.tuannametal.com/>

Website: <https://www.arrigoni.it/agrotextile/>.

Website: <https://www.cravo.com/>

Website: <https://www.focusnets.com/>



اصول انتخاب، طراحی و نصب سایبان‌های کشاورزی