





دانشگاه صنعتی پشاور

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و مهندسی باغبانی

مطالعه اثر خمش و حلقه برداری بر درختان پسته رقم اکبری

نگارنده:

محمد پریمی

استاد راهنما:

دکتر حسن خوش قلب

استاد مشاور:

دکتر حسین حکم آبادی

مهر ۱۴۰۰

شماره: ۱۹۴
تاریخ: ۱۴۰۰/۹/۹
ویرایش:

باسمه تعالی

فرمهای ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد
مربوط به ورودی‌های ۹۴ به بعد



مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای محمد پریمنی با شماره دانشجویی ۹۷۰۴۱۴۴ رشته علوم و مهندسی باغبانی گرایش درختان میوه تحت عنوان مطالعه اثر خمش و حلقه برداری درختان پسته رقم اکبری که در تاریخ ۱۴۰۰/۷/۲۴ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار شد به شرح ذیل اعلام می‌گردد:

☐ الف) درجه عالی: نمره ۱۹-۲۰ ☐ ب) درجه خیلی خوب: نمره ۱۸-۱۸/۹۹			
☐ ج) درجه خوب: نمره ۱۶-۱۷/۹۹ ☐ د) درجه متوسط: نمره ۱۴-۱۵/۹۹			
☐ ه) کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول و نیاز به دفاع مجدد دارد			
نوع تحقیق: ☐ نظری ☐ عملی			
عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر حسن خوش قلب	استادیار	
۲- استاد راهنمای دوم			
۳- استاد مشاور	دکتر حسین حکم آبادی	استادیار	
۴- استاد داور اول	دکتر حجت الله بدایق	استادیار	
۵- استاد داور دوم	دکتر مهدی رضایی	دانشیار	
۶- نماینده تحصیلات تکمیلی	کامبیز جهان بین	دانشیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:



شکر و سپاس خدا را که بزرگترین امید و یاور در لحظه لحظه زندگیست...

ماحصل آموخته‌هایم را:

به پاس تعبیر عظیم و انسانی‌شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگان،
به پاس عاطفه سرشار و کرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگار ان بهترین پشتیبان است،
به پاس قلب‌های بزرگشان که فریادرس است و سرکردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می‌کراید،
و به پاس محبت‌های بی‌دینشان که هرگز فروکش نمی‌کند،
این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می‌کنم.

سپاس و ستایش خداوندی را سزااست که کسوت هستی را بر اندام موزون آفرینش بیوشانید و تجلیات قدرت لایزالیه را در مظاهر و آثار طبیعت نمایان گردانید.

(من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق)

برخود لازم می‌دانم از کلیه کسانی که بنده را در انجام، تدوین و نگارش این پایان نامه یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم. به خصوص از استاد شایسته و راهنما جناب آقای دکتر حسن خوش قلب و استاد مشاور جناب آقای دکتر حسین حکم آبادی که همواره در کمال سعه صدر، راهنما و راه‌گشای اینجانب در اتمام و اکمال پایان نامه بودند، از اساتید دلسوز جناب آقای دکتر مهدی رضایی و حجت اله بدایعی که زحمت داوری این پایان نامه را متقبل شدند، کارشناسان آزمایشگاه آقایان مهندس حسین مطهری نژاد، مهندس محمد حسینی پور، مهندس غلامرضا شاکری، مهندس حسن گلی، کارمندان محترم دانشکده کشاورزی آقایان موسی الرضا عرب‌اسدی، مهدی بیاری، آقاحسینی و همچنین دوستان عزیزم که مرا در انجام این پایان نامه یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم. امیدوارم بتوانم در آینده جوابگوی این همه محبت آنها باشم.

محمد پریمی

آبان ماه ۱۴۰۰

تعهد نامه

اینجانب محمد پریمی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته علوم ومهندسی باغبانی/درختان میوه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه مطالعه اثر خمش و حلقه برداری بر درختان پسته رقم اکبری تحت راهنمایی دکتر حسن خوش قلب متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « **Shahrood University of Technology** » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ ۱۴۰۰/۰۸/۲۰

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.

چکیده:

پسته (*Pistacia vera* L.) به عنوان یکی از مهم ترین محصولات باغی و سومین کالای صادراتی ایران از اهمیت اقتصادی ویژه ای برخوردار است. به منظور بررسی اثر حلقه برداری و خمش روی برخی صفات رویشی و زایشی درختان پسته این پژوهش انجام گردید. بدین منظور دو آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سال های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ بر رقم اکبری در دامغان اجرا شد. تیمارها شامل خم کردن شاخه ها در مرحله تمام گل، در شروع رشد پوست استخوانی و در زمان استخوانی شدن و تیمارهای حلقه برداری روی شاخه های یک ساله، دو ساله و سه ساله در زمان تمام گل و تیمارهای توام حلقه برداری و خمش روی شاخه ها و تیمار شاهد بودند. نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد در تیمار خمش شاخه ها در مرحله استخوانی شدن بیشترین وزن تر، وزن خشک، تعداد دانه باقی مانده ، تعداد جوانه باقی مانده، تعداد دانه در اونس و درصد مغز بدست آمد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد در تیمارهای حلقه برداری نسبت به تیمارهای خمش و شاهد نتایج صفات مورد اندازه گیری پایین تر بود. از طرفی کمترین میزان پسته دهان بسته نیز در تیمارهای خمش شاخه و شاهد مشاهده شد. ضمناً اثر تیمارها بر میزان عناصر (N، P، K، Ca و B)، سطح برگ و پوکی پسته اختلاف معنی داری را نشان ندادند.

کلمات کلیدی: پسته، سال آوری، حلقه برداری، خمش شاخه

فهرست مطالب

ک	مقدمه
۱	فصل اول : کلیات
۲	۱-۱ تاریخچه و منشاء پسته
۳	۲-۱ مشخصات گیاهشناسی
۴	۳-۱ گلدهی درختان پسته
۶	۴-۱ سطح زیر کشت، عملکرد و میزان تولید جهانی پسته
۷	۵-۱ سطح زیر کشت و میزان تولید پسته در ایران
۷	۶-۱ ارزش غذایی و فواید پسته
۸	۷-۱ نیازهای اکولوژیکی درخت پسته
۹	۸-۱ چالش ها و مشکلات فیزیولوژیک باغات پسته
۹	۱-۸-۱ ریزش جوانه گل
۹	۲-۸-۱ ریزش میوه
۱۰	۳-۸-۱ پوکی پسته
۱۰	۴-۸-۱ خندانی پسته
۱۰	۵-۸-۱ غالبیت انتهایی
۱۱	۶-۸-۱ سال آوری
۱۲	۹-۱ نقش ارقام در سال آوری درختان پسته
۱۲	۱۰-۱ سنجش سال آوری
۱۳	۱۱-۱ نقش عوامل محیطی، آفات و بیماری ها بر سالآوری
۱۴	۱۲-۱ راههای کنترل سال آوری درختان پسته
۱۴	۱-۱۲-۱ انتخاب محل مناسب برای کاشت درختان پسته
۱۴	۲-۱۲-۱ استفاده از ارقام و پایه مناسب
۱۵	۳-۱۲-۱ تغذیه مناسب
۱۵	۴-۱۲-۱ آبیاری مناسب
۱۵	۵-۱۲-۱ مبارزه با آفات و بیماری ها
۱۶	۶-۱۲-۱ هرس مناسب

۱۷	۷-۱۲-۱ خم کردن شاخه و به حالت افقی در آوردن شاخه ها
۱۷	۱۳-۱ حلقه برداری
۱۸	۱۴-۱ اشکال مختلف حلقه برداری
۱۸	۱۴-۱-۱ تکه برداری
۱۹	۱۴-۱-۲ شکاف زنی
۱۹	۱۴-۱-۳ حلقه زنی
۱۹	۱۴-۱-۴ طوقه برداری
۱۹	۱۴-۱-۵ پوست واژگونی
۲۱	فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده
۳۳	فصل سوم: مواد و روشها
۳۴	۳-۱ مواد گیاهی
۳۴	۳-۲ محل انجام پژوهش
۳۵	۳-۳ نحوه حلقه برداری و خمش
۳۷	۳-۴ طرح آزمایش
۳۷	۳-۵ صفات مورد بررسی
۳۹	۳-۶ تجزیه و تحلیل آماری
۴۱	فصل چهارم: نتیجه گیری و بحث
۴۲	۴-۱ نتایج سال ۱۳۹۹:
۴۲	۴-۱-۱ وزن تر میوه
۴۴	۴-۱-۲ وزن خشک میوه
۴۵	۴-۱-۳ تعداد دانه باقیمانده
۴۶	۴-۱-۴ تعداد دانه در اونس
۴۸	۴-۱-۵ درصد مغز
۴۹	۴-۱-۶ درصد ریزش خوشهها
۵۰	۴-۱-۷ تعداد جوانه باقی مانده
۵۲	۴-۱-۸ درصد پسته دهان بسته (کور)
۵۳	۴-۱-۹ غلظت عناصر
۵۳	۴-۲ نتایج سال ۱۳۹۸:

۵۴	۱-۲-۴ وزن تر میوه.....
۵۵	۲-۲-۴ وزن خشک میوه.....
۵۵	۳-۲-۴ تعداد دانه باقیمانده.....
۵۸	۵-۲-۴ درصد ریزش خوشه.....
۵۸	۶-۲-۴ درصد پسته دهان بسته.....
۵۹	۳-۴ نتیجه‌گیری کلی و بحث.....
۶۱	۴-۴ پیشنهادات.....
۶۲	منابع:.....

فهرست اشکال و جداول:

نمودار ۱-۱ سطح زیر کشت پسته در ایران بین سال های ۲۰۱۹-۱۹۶۱ میلادی.....	۶
شکل ۱-۲ عوامل موثر در تناوب باردهی (سال آوری).....	۲۳
جدول ۱-۲ درصد کل از دست رفتن جوانه های گل از هر فاز ریزش برخی ارقام ایرانی.....	۲۵
شکل ۱-۳ تیمار حلقه برداری و خمش در پسته.....	۳۶
جدول ۱-۴ تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی پسته تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در سال ۱۳۹۹.....	۴۲
جدول ۲-۴ تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی پسته تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در سال ۱۳۹۹.....	۴۲
شکل ۱-۴ نمودار مقایسه میانگین تیمارها در وزن تر پسته.....	۴۳
شکل ۲-۴ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی وزن خشک پسته.....	۴۴
شکل ۳-۴ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها در تعداد دانه باقی مانده پسته.....	۴۵
شکل ۴-۴ مقایسه میانگین اثر تیمارها بر اونس پسته.....	۴۸
شکل ۵-۴ مقایسه میانگین اثر تیمارها روی درصد مغز پسته.....	۴۹
شکل ۶-۴ نمودار مقایسه میانگین تیمارها روی درصد ریزش خوشه پسته.....	۵۰
شکل ۷-۴ نمودار مقایسه میانگین تیمارها روی تعداد جوانه باقی مانده پسته.....	۵۱
شکل ۸-۴ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی درصد پسته دهان بسته.....	۵۳
جدول ۳-۴ تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی پسته تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در سال ۱۳۹۸.....	۵۳
جدول ۴-۴ تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی پسته تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در سال ۱۳۹۸.....	۵۴
شکل ۹-۴ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی وزن تر میوه بسته.....	۵۴
شکل ۱۰-۴ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی وزن خشک میوه پسته.....	۵۵
شکل ۱۱-۴ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی تعداد دانه باقی مانده بسته.....	۵۶
شکل ۱۲-۴ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی تعداد جوانه باقی مانده بسته.....	۵۷
شکل ۱۳-۴ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی درصد مغز بسته.....	۵۷
شکل ۱۴-۴ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی درصد ریزش خوشه های بسته.....	۵۸
شکل ۱۵-۴ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی درصد بسته دهان بسته.....	۵۹

مقدمه

پسته (*Pistacia vera*) گیاهی است که از دیرباز در ایران کشت و پرورش داده شده است و سابقه کاشت آن در قزوین و دامغان به ۱۵۰۰ سال و استان کرمان به ۳۵۰ تا ۴۰۰ سال قبل برمی‌گردد (حکم آبادی، ۱۳۸۲). پسته حدود ۷۰ سال پیش با شروع صادرات، ارزش اقتصادی و تجاری ویژه‌ای پیدا کرد و ایران به عنوان اولین و مهم‌ترین صادرکننده پسته دنیا شهرت یافت. حاصل صادرات محصول پسته ورود سالانه بیش از یک میلیارد دلار ارز به کشور می‌باشد. این مقدار ارز برای کشوری چون ایران که دارای محدودیت های منابع ارزی می‌باشد اهمیت در خور توجهی دارد.. از آن زمان به بعد سطح زیر کشت این محصول مرتباً افزایش یافت، به‌طوری‌که امروزه سطح زیر کشت آن در خیلی از مناطق به دلیل محدودیت آب عملی نیست. بنابراین برای حفظ موقعیت جهانی اولین تولیدکننده پسته دنیا باید میزان عملکرد محصول در واحد سطح را افزایش دهیم و این ممکن نیست مگر با انجام تحقیقات گسترده‌ای که بتوانیم بر مشکلات ژنتیکی، محیطی و مدیریت باغ فائق آمده. با اعمال مدیریت صحیح همراه با برنامه تغذیه و مبارزه تلفیقی با آفات شرایطی مناسب برای تولید حداکثر محصول ایجاد نماییم.

پسته یکی از مهمترین محصولات کشاورزی است که از جنبه های مختلف اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و غیره اهمیت فوق العاده ای دارد. ارزش تولید این محصول گرانبها و بی نظیر حدود ۱۰ درصد از درآمدهای غیرنفتی کشور می‌باشد و جمعیتی بیش از یک میلیون نفر در حرفه های مربوط به تولید این محصول بکار اشتغال دارند (نائینی، ۱۳۹۶). پسته به عنوان آخرین محصول کشاورزی قابل کشت در بیشتر مناطق پسته خیز ایران، نقش اولین کالای کشاورزی صادراتی را ایفا می‌نماید. آخرین محصول قابل کشت بدین مفهوم است که اگر باغات پسته از بین بروند هیچ محصول دیگری توجیه اقتصادی ندارد و مرحله بعدی در مناطق پسته خیز کشور پیشرفت کویر و بیابان زایی خواهد بود که در نتیجه مهاجرت افراد و بیکاری را در بر خواهد داشت. مشکلات مربوط به شوری و کم آبی

حاشیه کویر از یک سو و خشکسالی های اخیر توام با مسائل عدیده از سوی دیگر باعث شده است تا این محصول تنها با تکیه بر تحقیقات و فناوری پیشرفته قادر به ادامه حیات باشد و از این رو بازده تحقیقات روی پسته قابل توجه می باشد. بنابراین تلاش در جهت حفظ این محصول که تنها با تکیه بر تحقیقات امکان پذیر است، نه تنها منافع اقتصادی حاصل از کشت آن را به دنبال دارد بلکه مزایای ناشی از کویرزدایی را نیز همراه دارد. لذا مطالعاتی که در راستای حفظ این محصول صورت می گیرد شامل تحقیقات در راستای نیل به رسیدن افزایش عملکرد در واحد سطح، ایجاد ارقام مقاوم به بیماریها، آفات، سرما، خشکی و شوری و تغییر کیفیت محصول می باشد. پسته یک گونه درختی است که تناوب باردهی شدیدی دارد (مونزلیس و گلدشمیت^۱، ۱۹۸۲). تناوب باردهی در پسته با سایر درختان فرق می کند. در سال پر محصول جوانه گل انگیزش پیدا نمی کند و به عبارتی از تشکیل جوانه گل جلوگیری می شود، در حالیکه درختان پسته هر سال به اندازه کافی جوانه تولید می کنند ولی طی مکانیسمی شروع به ریزش می کنند. تناوب باردهی در پسته پدیده ایست که مورد دلخواه باغداران نیست و آنان تمایل به حذف این پدیده را دارند زیرا این موضوع از نظر اقتصادی بسیار مهم است بطوری که اختلاف بین محصول سال آور و ناآور خیلی زیاد است و میزان محصول در سال آور سه تا پنج برابر سال ناآور گزارش شده است (نائینی، ۱۳۹۶). این پدیده طبیعی است اما باغداران مدرن تلاش می شود این نوسانات به حداقل برسند. این امر به این دلیل است که میزان انس، درصد خندانی، بد شکلی میوه و همچنین رشد رویشی شاخه و برگها تحت تاثیر میزان محصول درخت قرار می گیرد.

در بسیاری از گزارشات ذکر شده که تناوب باردهی تحت کنترل ژنتیکی است اما ژنی که بطور اختصاصی تناوب باردهی را کنترل کند هنوز تشخیص داده نشده است (گلدشمیت^۲، ۲۰۱۳). جهت تعدیل تناوب باردهی در محصولات درختی از روش های زراعی مختلفی از جمله تنک میوه یا خوشه،

¹ Monselise, S. P., Goldschmidt, E. E

² Goldschmidt, EE

حلقه برداری شاخه، تغییر زمان برداشت و کاربرد نیتروژن استفاده می شود (خضری، ۲۰۲۰). مشخص شده است که حضور میوه و به ویژه رشد بذر عامل ریزش جوانه گل آذین و القاء سال آوری در پسته است. بطوری که هر چه میوه روی شاخه ها بیشتر باشد ریزش جوانه هم بیشتر است. حذف میوه می تواند باعث بقاء جوانه گل شود (کرین و نیلسون^۱، ۱۹۷۱).

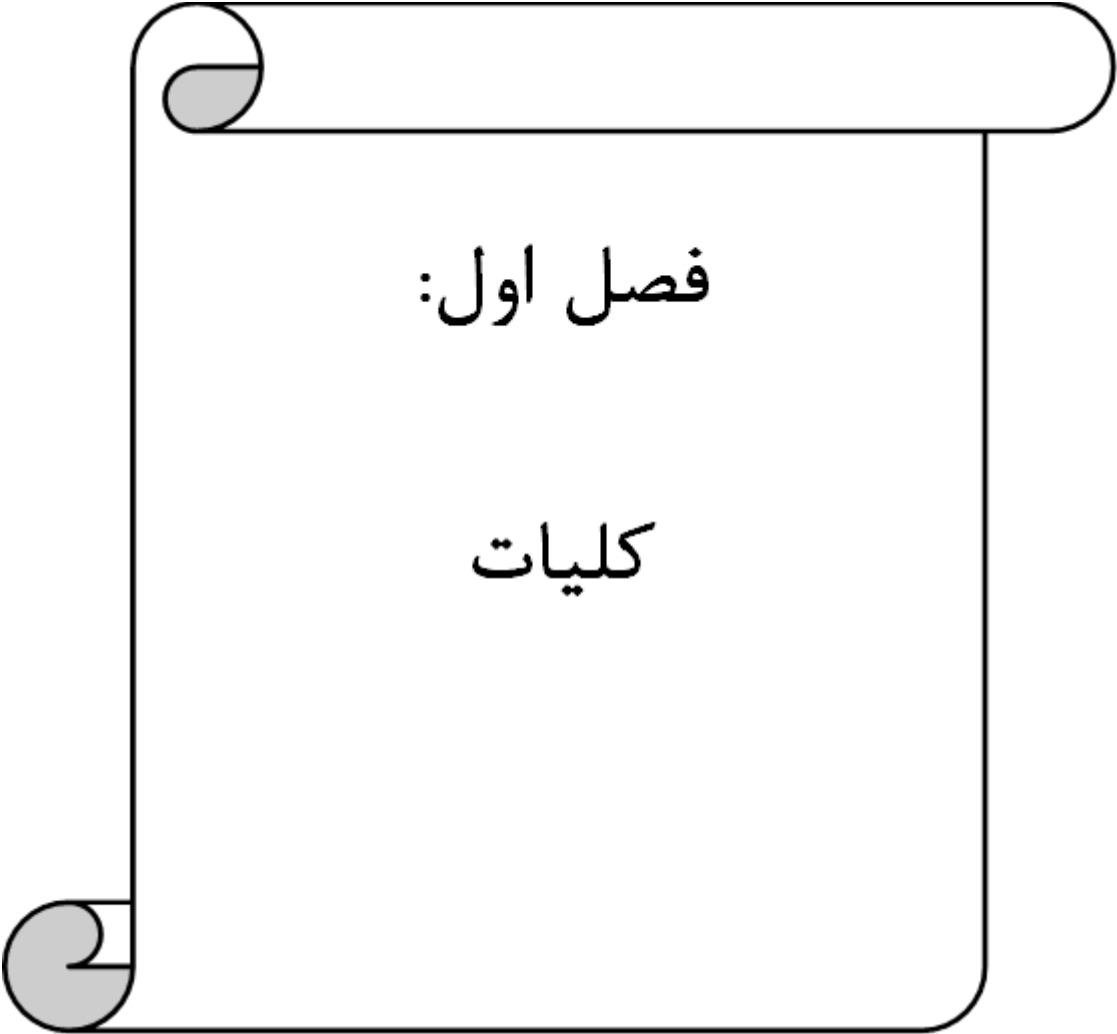
پژوهش های زیادی روی تناوب باردهی پسته صورت گرفته است اما مکانیزم فیزیولوژیکی آن هنوز به روشنی معلوم نیست. بیشتر بررسی ها بر نقش کربوهیدرات ها و عناصر معدنی در ریزش جوانه های گل آذین پسته و تناوب باردهی آن تأکید دارند. مشخص شده است که حلقه برداری روی شاخه و شاخساره درخت ممکن است سبب یکسری از تغییرات فیزیولوژیکی همانند کاهش رشد، تجمع کربوهیدرات و یا سایر مواد آلی در بالای محل حلقه شود که روی تعادل هورمونی نیز تأثیر گذار است لذا حلقه برداری اغلب جهت تغییر رشد درخت، تمایزیابی گل، به میوه نشستن و نمو آن، اندازه میوه و کمیت و کیفیت محصول مورد استفاده قرار گرفته است (خضری و همکاران، ۲۰۱۰).

با توجه به اینکه باردهی در درختان پسته دچار سال آوری زیاد و ریزش جوانه ها بعد از مرحله شروع حرکت مغز مشاهده می شود و سال آوری اتفاق می افتد، همچنین سائز (انس)، درصد پوکی، درصد خندانی (کیفیت محصول) جزء فاکتور بسیار مهمی است که باید برای کاهش سال آوری و بالا بردن کیفیت محصول تیمارهایی اعمال شود. از این رو می توان به اثرات حلقه برداری و خمش اشاره نمود که هدف از انجام این کار کاهش ریزش جوانه های گل سال آینده و بالا بردن کیفیت محصول می باشد.

در این راستا، پژوهش حاضر به سوالات زیر پاسخ خواهد داد:

- ✓ آیا رابطه ای بین حلقه برداری و کاهش سال آوری محصول پسته وجود دارد؟
- ✓ آیا می توان با خمش شاخساره سال آوری پسته را کاهش داد؟
- ✓ محل و زمان خمش شاخه پسته تأثیری در میزان سال آوری پسته دارد؟
- ✓ حلقه برداری روی کدام شاخه ها تأثیر بیشتری در میزان سال آوری پسته دارد؟

¹ Crane, JC., Nelson, MM



فصل اول:

کلیات

۱-۱ تاریخچه و منشاء پسته

در متن‌های تاریخی آمده است که در آغاز درختان پسته وحشی در مناطقی رشد کرده که امروزه هیچ گونه اثری از آن‌ها دیده نمی‌شود و در اثر بهره‌برداری بی رویه و عدم زادآوری کافی، از بین رفته‌اند (وایت هوس^۱، ۱۹۵۷). وجود خشک میوه‌های پسته در حفاری‌های باستان حکایت از آن دارد که پسته ارتباط طولانی با فعالیت‌های بشر دارد. پسته دارای دو منشا می‌باشد: (۱) مرکز آسیا که شامل شمال شرق هند، افغانستان، تاجیکستان و ازبکستان، و (۲) خاور نزدیک که شامل آسیای صغیر، قفقاز، ایران و کوه‌های ترکمنستان می‌باشد. بقایای پسته پیدا شده در شرق کوه‌های زاگرس، شورغای^۲ افغانستان و دره سوقوم^۳ در جنوب شرقی ایران مربوط به شش هزار سال قبل از میلاد مسیح می‌باشد. کشت و کار پسته دیرینه‌ای چهار هزار ساله دارد که با گزینش ژنوتیپ‌های برتر نمونه‌های وحشی از طریق بذر تکثیر شده‌اند. به عقیده‌ی جورت^۴ نام درخت پسته در دیگر زبان‌های دنیا از نام ایرانی پیستاک گرفته شده است که برگرفته از گویش مردم خراسان در زمان‌های باستان است (واویلوف^۵، ۱۹۵۱).

کشت و کار پسته در داخل ایران در نواحی باختری خراسان، بین گستره‌ی خاور و جنوب خاوری گرگان تا ناحیه‌ی سبزوار و از سبزوار به نواحی جنوبی نیشابور و تا ناحیه قهستان صورت گرفته است. پسته از ایران به سمت غرب توسعه پیدا کرده است به‌طوری‌که در قرن اول میلادی پسته در سوریه کشت می‌شده است و این باعث شده است که نویسندگان رومی و یونانی به اشتباه سوریه را زادگاه پسته بنامند. پسته از طریق سوریه به ایتالیا و از طریق ایتالیا به اسپانیا معرفی شده است. هم‌چنین به طرف شرق گسترش داشته به‌طوری‌که در قرن دهم بعد از میلاد کشت پسته در چین گزارش شده

¹ Whitehouse, W.E

² Shortughai

³ Soghum

⁴ Joert

⁵ Vavilov, V.L.

است. پسته در سال ۱۸۴۵ میلادی به کالیفرنیا معرفی شده اما کشت تجاری آن به سال ۱۹۷۰ میلادی بر می‌گردد. کشت پسته در دامغان، سمنان و قزوین به قرن هفتم هجری و در استان کرمان به قرن دوازدهم هجری بر می‌گردد جغرافیای جنگلی ایران نیز نشان می‌دهد که درختان پسته، به غیر از منطقه جنگلی حوزه دریای خزر و منطقه خشک و کویر مرکزی، کم و بیش در اغلب ارتفاعات ایران به صورت پراکنده روئیده است. در سال ۷۳ مناطق رویش درختان پسته اهلی و وحشی ایران در عرض‌های جغرافیایی بین ۲۷-۳۷°N و ارتفاع ۷۰۰-۳۰۰۰ متر از سطح دریا واقع شده‌اند (ابریشمی، ۱۳۷۳). اولین ارقام پسته در ایران حاصل پرورش و اهلی کردن درختان پسته وحشی بوده، که تعداد این ارقام، بسیار محدود و شکل ظاهری آن با محصول پسته خودرو، شباهت زیادی داشته است. به تدریج بر اثر پیوند و جابجائی ارقام، و توجه باغداران از نظر درشتی میوه، ارقام جدیدی ایجاد و معرفی گردیده است (پناهی، ۲۰۰۹).

۱-۲ مشخصات گیاه‌شناسی

جنس پسته (*Pistacia* L.) متعلق به تیره Anacardiaceae و رده Sapindales است (پارفیت^۱ و همکاران، ۱۹۹۷). در جنس پسته (*Pistacia*) حداقل ۱۱ گونه وجود دارد (پارفیت و همکاران، ۱۹۹۷). وایت هوس، ۱۹۵۷، زوهاری^۲، ۱۹۵۷، کافکاس^۳، ۲۰۰۱ و آریاچی^۴، ۲۰۱۴). گونه‌ی *P. vera* تنها گونه خوراکی جنس *Pistacia* محسوب می‌شود که دارای میوه خندان بوده و به صورت اقتصادی کشت می‌شود. دیگر گونه‌ها به طور وحشی می‌رویند و میوه کوچک‌تری تولید می‌کنند و به‌طور عمده به‌عنوان پایه، برای ارقام گونه *P. vera* مورد استفاده قرار می‌گیرد، همچنین از آنها جهت استخراج روغن، جنگل‌کاری و تولید الوار نیز استفاده می‌شوند (زوهاری، ۱۹۵۷). اکثر گونه‌های *Pistacia* L. دوپایه و برخی از آنها تک پایه می‌باشند و در بین گونه‌ها تنها *P. lentiscus* همیشه سبز بوده و اغلب

¹ Parfitt, D.E

² Zohary, M

³ Kafkas

⁴ Arpaci, S

گونه‌های دیگر خزان‌دار هستند (کرین، ۱۹۷۴، اوزبک^۱، ۱۹۵۸ و کرین، ۱۹۸۱) و توسط باد گرده افشانی می‌شوند. عدد پلوئیدی پسته بر اساس نوع گونه $2n=24$ یا $2n=30$ می‌باشد (بزن‌تاسوا^۲، ۱۹۷۲، نوترجان^۳، ۱۹۷۸، محرا^۴، ۱۹۷۶ و آرپاچی و همکاران، ۲۰۱۴).

گل‌های نر خوشه‌ای، بیضی شکل، متراکم و سبز رنگ است و برگ‌های قرمز رنگ در پای هر خوشچه وجود دارد که این برگ‌های قرمز بوده و به مرور کم‌رنگ خواهد شد. هر یک از گل‌ها دارای پرچم ولی فاقد گلبرگ است که با کاسبرگ سبز رنگ احاطه شده است. گل ماده نیز خوشه‌ای، مخروطی شکل و سبز رنگ است و هر گل بدون گلبرگ با سه کاسبرگ و یک کلاله سه قسمتی پهن است زمان گل دهی ارقام نر و ماده ممکن است ۱-۲ هفته با هم تفاوت داشته باشد. گل‌های ماده دارای تخمدان سه برچه‌ای هستند که در اغلب فقط یک برچه به میوه تبدیل می‌شود. کلاله سه قسمتی که قبل از تلقیح به رنگ سبز مایل به شیری بوده، پس از تلقیح به رنگ قرمز و سپس قهوه‌ای تبدیل می‌شود تخمدان فوقانی و میوه آن شفت و نیمه خشک و ناشکوفای می‌باشد (اسپرگل روی^۵، ۱۹۹۱).

۱-۳ گلدهی^۶ درختان پسته

پسته گیاهی دو پایه و گل‌های نر و ماده به صورت خوشه و بطور جانبی روی شاخه‌های یک ساله ظاهر می‌شوند. هر خوشه حاوی تعداد زیادی گل می‌باشد. تولید جوانه‌های گل روی شاخه‌های رشد فصل جاری و گلدهی و تشکیل میوه روی شاخه‌های یک ساله می‌باشد. به عبارتی گل‌انگیزی و اختصاصی شدن جوانه‌های گل، در سال قبل از گلدهی انجام می‌شود. جوانه‌های گل بزرگتر از جوانه‌های رویشی هستند و نوک آنها دارای انحناء بیشتری می‌باشد که در شرایط عادی به راحتی قابل تشخیص هستند (اسپرگل روی، ۱۹۹۱).

¹ Ozbek, S

² Boczantseva, Z.P

³ Natarajan, G

⁴ Mehra, P.N

⁵ Spiegel-Roy, P

⁶ flowering

یکی از شرایط محیطی مورد نیاز جهت توسعه و تکمیل رشد جوانه های گل ، نیاز سرمایی پسته (تعداد ساعات دمای کمتر از ۷ درجه سانتیگراد) بین ارقام پسته اهلی متفاوت و بین ۴۵۰ تا ۱۱۰۰ ساعت (پسته رقم اوحدی) گزارش شده است (فرگوسن و اپستین^۱، ۲۰۰۸).

در صورتی که این نیاز سرمایی تأمین نشود، باز شدن جوانه های گل نامنظم شده و به تاخیر می افتد، همچنین باعث تولید برگ های ساده و ۲ برگچه ای ، ۴ برگچه ای و غیر نرمال و تأخیر زمان برگدهی می شود. تولید گل به صورت جانبی و انتهایی روی شاخه های رشد فصل جاری، یکی دیگر از علائم آشکار عدم تأمین نیاز سرمایی است (فرگوسن و اپستین، ۲۰۰۸).

شرایط آب و هوایی، سرمای زمستانه، رقم، بافت خاک و شرایط تغذیه از جمله عوامل مؤثر در زمان شکوفایی ارقام می باشد. در ارقام مختلف پسته، درختان نر زودتر از درختان ماده به مرحله گلدهی می رسند. زمان گلدهی ارقام ماده معمولاً هم زمان با شروع رشد رویشی است (بیتا و جرابس، ۲۰۱۳). زمان گلدهی و طول دوره گلدهی ارقام مختلف بستگی به شرایط آب و هوایی هر منطقه دارد. انتخاب ارقام نر و ماده ای که زمان گلدهی یکسانی داشته باشند، تطابق زمان گلدهی ایجاد کرده و درصد موفقیت را بالا می برد (مالکی و کریمی، ۱۳۹۳).

بطور کلی گلدهی ارقام نر حدود ۵ تا ۷ روز زودتر از ارقام ماده می باشد و زمان شکوفایی در ارقام مختلف متفاوت است. زمان گلدهی ارقام نر در شرایط آب و هوایی رفسنجان از ۵ تا ۲۵ فروردین ماه می باشد (محمدخانی، ۱۳۷۶).

طول دوره گلدهی در ارقام مختلف متفاوت و بین ۳ تا ۱۲ روز است. گلدهی ارقام ماده از ۷ تا ۳۰ فروردین ماه می باشد و از نظر زمان گلدهی می توان این ارقام را به سه دسته زود گل (ارقام کله قوچی، ایتالیایی)، متوسط گل (ارقام اوحدی، احمد آقایی، فندق ۴۸) و دیر گل (ارقام اکبری، جندقی) تقسیم بندی کرد (محمدخانی، ۱۳۷۶).

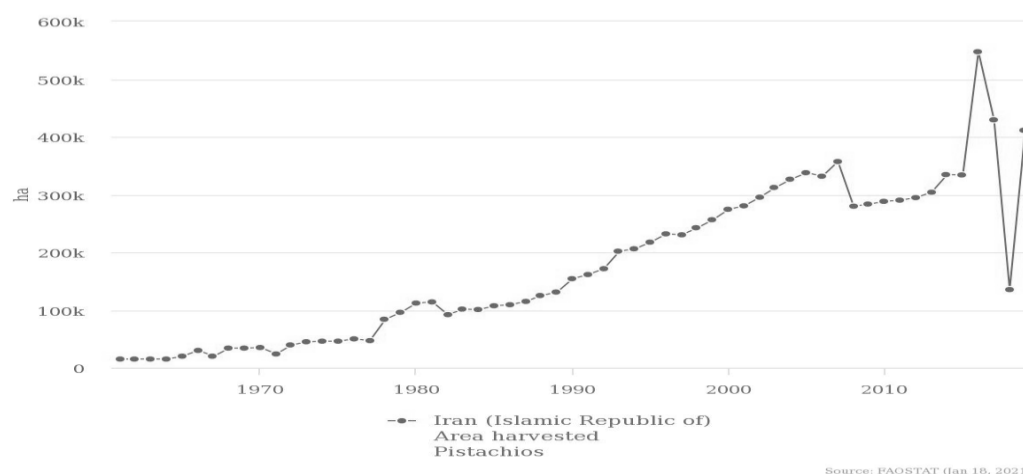
¹ Ferguson, L., Epstein, L

بنابراین با توجه به اختلاف موجود بین ارقام مختلف از نظر زمان گلدهی باید با توجه به شرایط محیطی هر منطقه رقم مناسب و تجاری برای آن منطقه را انتخاب نمود.

۴-۱ سطح زیر کشت، عملکرد و میزان تولید جهانی پسته

به گزارش سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد (FAO) در سال ۲۰۱۹ میزان سطح زیر کشت باغات بارور پسته جهان بیش از یک میلیون هکتار می‌باشد این در حالی است که براساس گزارشات منتشر شده توسط این سازمان، سطح زیر کشت باغات پسته جهان در سال ۲۰۰۰ برابر با ۴۱۸ هزار هکتار می‌باشد. این نشان از آن دارد که گسترش تولید محصول پسته با شیبی بسیار تند در جهان، در حال افزایش است. کشورهایی چون ایران (۴۱۱ هزار)، ترکیه (۳۶۶ هزار)، آمریکا (۱۱۶ هزار)، سوریه (۶۰ هزار) و چین (۳۰ هزار)، با اختصاص بیش از ۸۰۰ هزار هکتار از باغات پسته جهان بترتیب دارای بیشترین سطح زیر کشت پسته جهان می‌باشند (فائو، ۲۰۱۹).

براساس گزارشات منتشر شده بر اساس میانگین تولید در واحد سطح (تن در هکتار) در سال ۲۰۱۹ در کشورهای چین (۳/۲)، آمریکا (۲/۸)، ترکیه (۲/۳) و ایران با ۰/۸ تن پسته در هکتار بترتیب توسعه یافته‌ترین و سنتی‌ترین باغات پسته دنیا را تشکیل می‌دهند.



نمودار ۱-۱ سطح زیر کشت پسته در ایران بین سال های ۱۹۶۱-۲۰۱۹ میلادی (فائو، ۲۰۱۹)

تولید پسته جهان در سال ۲۰۱۹ برابر با ۹۱۱ هزار تن می‌باشد که ایران با ۵۵۱ هزار تن، آمریکا با ۳۳۵ هزار تن و چین با ۱۱۶ هزار تن از تولید جهانی را به خود اختصاص داده‌اند و بترتیب بعنوان بیشترین تولیدکنندگان پسته جهان در سال ۲۰۱۹ شناخته می‌شوند (فائو، ۲۰۱۹)

۵-۱ سطح زیر کشت و میزان تولید پسته در ایران

طبق گزارشات وزارت جهاد کشاورزی سطح زیر کشت درختان پسته در استان‌های پسته خیز کشور بالغ بر ۴۳۰ هزار هکتار بوده که از این سطح ۱۶ درصد غیر بارور و ۸۴ درصد بارور می‌باشد. استان کرمان با سطح زیر کشت کمتر از ۳۰۰ هزار هکتار حدود ۶۱ درصد از باغ‌های پسته کشور را به خود اختصاص داده است. استان‌های خراسان رضوی و یزد به ترتیب با حدود ۱۱ و ۹ درصد از سطح زیر کشت ایران بترتیب مراتب دوم و سوم را دارا می‌باشند. سایر استان‌های پسته خیز شامل سمنان، قم، قزوین، فارس، اصفهان، سیستان و بلوچستان، تهران و مرکزی می‌باشند. استان سمنان با سطح زیر کشت ۱۶ هزار هکتار و اختصاص ۲ درصد از باغات پسته ایران و ۱۲ هزار تن تولید پسته خشک به خود با میانگین عملکرد ۲/۹ تولید پسته خشک در هکتار توسعه یافته‌ترین باغات ایران را به خود اختصاص داده است (وزارت جهاد کشاورزی).

۶-۱ ارزش غذایی و فواید پسته

پسته سرشار از مس، منیزیم و انواع ویتامین‌های گروه ب است که دستگاه ایمنی بدن را تقویت کرده و از بیماری‌های بسیار پیشگیری می‌کند. ویتامین B6 برای حفظ عملکرد سیستم ایمنی ضروری است. کمبود ویتامین B6 منجر به ناکارآمدی دستگاه ایمنی برای مقابله با عفونت می‌شود. همچنین مصرف پسته به ساختن مناسب گلبول‌های قرمز خونی کمک می‌کند. پسته یکی از بهترین منابع پتاسیم است که میزان پتاسیم آن با این جثه کوچک برابر با پتاسیم پرتقال است. مصرف پسته چون سرشار از ویتامین ای است برای پوست مفید است؛ زیرا ویتامین ای پوست را از آسیب پرتوی

فراپنفش محافظت می‌کند. پسته یکی از مغزهایی است که بیشترین مقدار فیبر غذایی را در خود دارد و می‌تواند علاوه بر بهبود گوارش به کاهش میزان کلسترول و قند خون کمک کند. همچنین پسته به عنوان یک منبع آهن برای جلوگیری از کم‌خونی مفید است. خوردن پسته میل جنسی را تقویت و ذهن را تقویت می‌کند (کالسن^۱، ۲۰۰۵).

۷-۱ نیازهای اکولوژیکی درخت پسته

پسته برای تولید مطلوب کمی و کیفی محصول نیازمند شرایط محیطی مناسب است. از نظر شرایط آب و هوایی درخت پسته در مناطقی که دارای زمستان خیلی سرد و تابستان خیلی گرم و طولانی باشد بخوبی رشد می‌کند. ارتفاع مناسب کشت پسته ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. در بیشتر مناطق ایران درخت پسته در عرض جغرافیایی بین ۲۸ تا ۳۲ درجه به عمل می‌آید. درخت پسته در تابستان تا ۴۵ دمای درجه سانتیگراد و در زمستان تا ۲۰- درجه را تحمل می‌نماید. از نظر رطوبت نسبی هوا و خاک، پسته به زیادی رطوبت هوا و خاک حساس می‌باشد چرا که با بالا رفتن رطوبت نسبی بیشتر از ۳۵٪ بیماری‌های قارچی شدت یافته و باعث مرگ تدریجی درخت می‌گردد. از طرف دیگر رطوبت نسبی بالای محیط باعث اختلال در گرده‌افشانی و تشدید فعالیت قارچ ورتیسیلیوم می‌گردد. از دیگر ویژگی‌های پسته مقاوم بودن این درخت در مقابل خشکی و کم‌آبی است و در مناطقی که میزان بارندگی سالیانه کمتر از ۱۵۰ میلیمتر نباشد می‌تواند بدون آبیاری به رشد خود ادامه دهد. پسته جهت بارآوری و میوه دادن به ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ ساعت سرمای بین ۷-۰ درجه سانتیگراد نیازمند می‌باشد، در غیر این صورت محصول دهی آن غیر ممکن خواهد بود. همچنین ارقامی که در بهار زود گل می‌دهند بر اثر سرمای بهاره دچار سرمازدگی می‌گردند (پناهی و همکاران، ۱۳۷۹).

¹ Kallsen, CE

از نظر شرایط خاک، پسته در هر نوع خاک زراعی قابل کشت است ولی بیشتر طالب خاک‌های لیمونی، سبک و عمیق می باشد. در خاک‌های سنگین به علت افزایش رطوبت در منطقه فعال ریشه، احتمال ابتلا به بیماری گموز افزایش می یابد. در خاکهای سنگین رشد درخت پسته کند خواهد بود. از نظر شوری خاک و آب پسته تا حدودی به شوری مقاوم است ولیکن نمک دوست نبوده و در شوری‌های بالای خاک و آب، رشد و عملکرد آن تحت تاثیر قرار می گیرد (نائینی، ۱۳۹۶)

۸-۱ چالش ها و مشکلات فیزیولوژیک باغات پسته

۸-۱-۱ ریزش جوانه گل

میوه های در حال نمو پسته یک مخزن قوی برای مواد فتوسنتزی هستند. جوانه های گل به طور ضعیفی با میوه های در حال نمو برای دریافت مواد فتوسنتزی رقابت می کنند و این موضوع ممکن است دلیل ریزش آنها باشد. لوات و فرگوسن گزارش کردند که محلول پاشی اوره در ترکیب با بنزل آدنین به طور موفقیت آمیزی از ریزش جوانه های گل در پسته رقم کرمان ممانعت به عمل می آورد (لوات و فرگوسن^۱، ۱۹۹۴).

۸-۱-۲ ریزش میوه

ریزش میوه های یکی دیگر از مشکلات درختان پسته است، به طوری که در سال‌های پرمحصول به حدود ۸۰ درصد هم می‌رسد. نوع گرده افشانی و لقاح، شرایط نامساعد محیطی و اختلال در جذب کربوهیدرات‌ها، عناصر معدنی و مواد تنظیم کننده رشد از جمله برخی دلایل این پدیده گزارش شده است (آرپاچی و همکاران، ۲۰۱۴).

¹ Lovatt, CJ., Ferguson, L

۱-۸-۳ پوکی پسته

پوکی نیز یکی دیگر از مشکلات فیزیولوژی پسته به شمار می‌آید. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تولید میوه‌های پوک پسته ممکن است به دلیل مشکلات گرده‌افشانی و لقاح، شرایط نامساعد محیطی و همچنین تنش‌های تغذیه‌ای، شوری و خشکی رخ دهد. این عوامل می‌توانند سبب اختلال در توزیع نامناسب کربوهیدرات‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد شده و تولید میوه‌های پوک را افزایش دهند. عدم رسیدگی و توجه کامل به درختان از جمله آبیاری کم و نامنظم، تغذیه نامناسب، عدم هرس درختان و غلبه آفات مکنده به ویژه پسیل در باغ، باعث پرنشدن مغز پسته و یا ریزش جوانه‌های سال بعد می‌شود (نایینی، ۱۳۹۶).

۱-۸-۴ خندانی پسته

در ارتباط با ناخندانی در پسته مشخص شده است که نوع گرده، باردهی زیاد، زمان نامناسب برداشت و تنش‌های آبیاری و تغذیه‌ای می‌تواند در بروز این پدیده نقش داشته باشد. اگرچه درصد ناخندانی در سال‌های مختلف و باغات مختلف متفاوت است، اما نشان داده شده است که تا حدود ۲۰ درصد محصول را می‌تواند تحت تاثیر قرار دهد.

خندانی پسته در باغ در اثر هرس (با سوق دادن ذخایر کربوهیدراتی از مناطق مصرف رویشی به میوه‌های در حال رشد و نیز متوقف ساختن و کنترل فعالیت رویشی) و تغذیه (به ویژه ازت، بُر، روی و پتاسیم) به دلیل تاثیر مثبت بر رشد و نمو مغز افزایش می‌یابد. آبیاری درختان به ویژه در دوره رشد و نمو مغز (تیر تا شهریور ماه) باعث خندانی پسته می‌شود (نایینی، ۱۳۹۶).

۱-۸-۵ غالبیت انتهایی

وجود غالبیت انتهایی در پسته باعث رشد رویشی بیش از اندازه جوانه انتهایی و جلوگیری از رشد جوانه‌های جانبی می‌گردد. عدم رشد جوانه جانبی باعث کاهش سطح میوه‌دهی و کاهش تولید

محصول می‌شود. در این شرایط تنها ۲-۳ درصد جوانه رشد در سال به جوانه گل و بقیه به صورت رویشی و رکود باقی می‌مانند (نائینی، ۱۳۹۶).

۱-۸-۶ سال آوری

سال آوری یا تناوب باردهی^۱ مفهوم مورد استفاده در علم میوه‌شناسی است که به باردهی نامنظم درختان میوه، از سالی به سال دیگر گفته می‌شود. در سال پرمحصول یا سال آور^۲، تولید گل و میوه بیش از حد طبیعی باعث کاهش سایز و کیفیت میوه و آسیب فیزیکی به درخت به خاطر افزایش وزن شاخه‌ها می‌شود. همچنین این افزایش میوه به دلیل کاهیدن از قدرت باروری درخت باعث کاهش گل‌انگیزی و تشکیل میوه و ایجاد یک سال کم محصول یا نا آور^۳ در فصل بعد می‌شود. این پدیده در بسیاری از درختان میوه و گونه‌های جنگلی معمول است به ویژه در میان درختانی که دارای میوه‌های متوسط تا درشت دارند و در اواخر تابستان تا اوایل پاییز می‌رسند (مونسلیس و گلدشمیت، ۱۹۸۲).

سال آوری در پسته در نتیجه ریزش جوانه‌های گل در طی سال پر محصول می‌باشد که هم‌زمان با رشد میوه‌ها در تیرماه شروع شده و تا بلوغ میوه‌ها ادامه می‌یابد. این مکانیسم غیرمعمول فقط در پسته وجود داشته و سبب سال آوری می‌شود که می‌تواند به عوامل فیزیولوژیک درونی ارتباط داشته باشد (بد^۴ و همکاران، ۲۰۱۵).

به طور کلی عوامل مؤثر بر سال آوری شامل خصوصیات ژنتیکی، نوع پایه و رقم، سن گیاه، محصول بیش از حد، تغذیه و عوامل محیطی می‌باشند (بد و همکاران، ۲۰۱۵).

¹ Alternate bearing

² On-year

³ Off-year

⁴ Beede, RH

عوامل آب و هوایی مانند سرمازدگی‌های اوایل فصل، بادهای گرم و خشک، برطرف نشدن نیاز سرمایی و آفات و بیماری‌ها هم می‌توانند در سال آوری پسته نقش داشته باشند (بیتا و گراتس^۱، ۲۰۱۳)

سال آوری ممکن است در چرخه‌های ۲ تا ۱۵ سال رخ دهد. به طور کلی سال آوری برای گونه‌های جنگلی به جهت حفظ الگوهای جمعیتی می‌تواند مفید باشد اما به وضوح برای درختان میوه و ارقام تجاری صفتی نامطلوب است (وود^۲، ۱۹۹۱) چرا که هدف از پرورش و نگهداری درختان میوه، رساندن باردهی به سطح مطلوب و جلوگیری از نوسانات سالانه در تولید محصول با حفظ سطح تولید نسبت به سطح مشخص و یکنواخت در سراسر طول عمر باغ است.

۹-۱ نقش ارقام در سال آوری درختان پسته

سال آوری در تعدادی از درختان میوه وجود دارد اما عمومی نمی‌باشد. سال آوری در خانواده‌ها، جنس‌ها و تیره‌ها یکسان نیست و تفاوت‌هایی وجود دارد. در پسته بعد از سنین ۱۰ تا ۱۱ سالگی سال آوری مشاهده می‌شود. بررسی‌های انجام روی شدت سال آوری ارقام پسته در ایران نشان می‌دهد که ارقام احمد آقایی، سفید پسته نوق و فندق زودرس بیشترین شدت سال آوری و ارقام جندقی، شاه‌پسند و ایتالیایی دارای کمترین سال آوری می‌باشند. شدت سال آوری ارقام اوحدی، کله قوچی و اکبری در حد متوسط می‌باشد (بد، ۲۰۱۷).

۱۰-۱ سنجش سال آوری

شاخص استاندارد پذیرفته شده برای کمیت سال آوری یا تناوب باردهی توسط هوبلین پیشنهاد شد (هوبلین^۳ و همکاران، ۱۹۳۶) و به وسیله پیرس و دوبرسک مورد بررسی قرار گرفت (پیرس و

^۱ Bita, CE., Gerats, T

^۲ Wood, BW

^۳ Hoblyn, T

دوبرسک- اوربانس^۱، (۱۹۶۷). شاخص I شدت انحراف بازده در سال های متوالی می باشد که دامنه آن بین صفر و یک است. زمانی که سال آوری و تناوب باردهی وجود ندارد شاخص صفر و در حالت سال آوری کامل این شاخص یک می باشد. به طور کلی هر چه این شاخص کمتر باشد میزان سال آوری گیاه نیز کمتر است.

$$I = \frac{\sum_{t=2}^n (|y_{t+1} - y_t|) / (|y_{t+1} + y_t|)}{n - 1}$$

I: شاخص تناوب باروری

n: تعداد سال که در آن سال ها سال آوری محاسبه می شود.

t: سال

y: عملکرد در یک سال خاص

برای تعیین یک تناوب باروری دقیق برای ارقام مختلف پسته پیشنهاد می شود که حداقل مشاهدات در ۶ سال ثبت گردد (روزنستاک^۲ و همکاران ۲۰۱۰).

۱۱- نقش عوامل محیطی، آفات و بیماری ها بر سال آوری

برخی عوامل روی سال آوری مؤثر هستند به طوری که رطوبت پایین هوا در بعضی از درختان میوه سبب کاهش جوانه زنی گرده و خشک شدن کلالة می شود. رطوبت پایین هوا ممکن است با درجه حرارت سرد شب در نواحی خشک همراه باشد. رطوبت پایین هوا و دیگر تنش های محیطی ممکن است اثر غیرمستقیم روی تشکیل میوه از طریق افزایش پیری برگ و ریزش قبل از بلوغ داشته باشد. آفات و بیماری ها هم به گل ها، میوه های جوانه، برگ ها و چوب حمله کرده و می توانند اثر مستقیم یا غیرمستقیم روی سال آوری پسته داشته باشند (شانکر^۳ و همکاران، ۲۰۱۴).

¹ Pearce, SC., Dobersek-Urbanc, S

² Rosecrance, RC

³ Shanker, AK

۱-۱۲ راههای کنترل سال آوری درختان پسته

۱-۱۲-۱ انتخاب محل مناسب برای کاشت درختان پسته

نواحی مناسب برای تولید پسته، مناطق دارای تابستانهای گرم و خشک و زمستانهای معتدل است. عوامل آب و هوایی مانند بادهای گرم و سوزان، سرمازدگیهای بهاره، بارندگی و رطوبت زیاد در زمان گردهافشانی می توانند روی تشکیل میوه و سال آوری مؤثر باشند. برطرف نشدن نیاز سرمایی هم سبب باز نشدن یا دیر و یا نامنظم باز شدن جوانه های گل پسته می شود؛ که می توان به عنوان یکی از عوامل مؤثر در سال آوری پسته نام برد (وموس^۱، ۲۰۱۰).

بنابراین قبل از احداث باغ توصیه می شود که منطقه از نظر آب و هوایی و شرایط خاک مورد بررسی قرار گیرد و در صورت دارا بودن شرایط مناسب کاشت درختان پسته انجام شود.

۱-۱۲-۲ استفاده از ارقام و پایه مناسب

مطالعات نشان می دهد که یکی از راههای کنترل سال آوری استفاده از رقم مناسب برای منطقه می باشد (کالسن و همکاران، ۲۰۰۷). پسته ارقام جندقی، شاهپسند دارای کمترین شدت سال آوری بوده و در صورت دارا بودن سایر صفات موردپسند مصرف کنندگان می توانند مورد استفاده قرار گیرد (نائینی، ۱۳۹۶).

ارقام دارای بیشترین سال آوری عبارتند از: احمد آقایی و فندوقی زودرس

ارقام دارای کمترین سال آوری عبارتند از: جندقی، شاهپسند و ایتالیایی

¹ Vemmos, SN

۱-۱۲-۳ تغذیه مناسب

مواد آلی و معدنی برای رشد و نمو تمامی قسمت‌های درختان ضروری می‌باشند و هرگونه تغییر در تعادل تغذیه درختان پسته می‌تواند روی تولید و در نتیجه بر سال آوری درختان پسته مؤثر باشد (جانس^۱ و همکاران، ۲۰۱۰).

۱-۱۲-۴ آبیاری مناسب

تولید گل در درختان آبیاری شده نسبت به درختان بدون آبیاری دو سال زودتر به وقوع می‌پیوندد. آبیاری باعث افزایش رشد شاخه‌ها در سال‌های پربار و کم‌بار می‌شود که این پدیده در سال آوری مؤثر است. سال آوری در درختان که آبیاری نمی‌شوند بیشتر است (گلدهرمر و کامبر^۲، ۲۰۱۳). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که جهت تولید خوب میوه و کاهش سال آوری آبیاری کافی و دور آبیاری مناسب مورد نیاز می‌باشد.

۱-۱۲-۵ مبارزه با آفات و بیماری‌ها

با توجه به اینکه تأثیر آفات و بیماری‌ها روی رشد و نمو و تولید میوه متفاوت است، می‌تواند اثر مستقیم یا غیرمستقیم بر شدت سال آوری داشته باشند (میشائیلیدس^۳ و همکاران، ۱۹۹۵). بنابراین توصیه می‌شود برای کاهش هرگونه خسارت و در نتیجه کاهش سال آوری، در زمان مناسب با آفات و بیماری‌ها مبارزه شود.

¹ Gunes, NT

² Glodhamer, DA., Kanber, R

³ Michailides, TJ

۱-۱۲-۶ هرس مناسب

به منظور حذف شاخه های خشک، آلوده و آسیب دیده، کنترل اندازه درخت و سال آوری درختان پسته، انجام هرس باردهی ضروری می باشد. تحقیقات انجام شده نشان می دهد هرس بهترین روش جهت کنترل سال آوری می باشد (خضری، ۲۰۱۳)

هرس شدید درختان پسته پس از سال پر محصول، باعث تولید شاخه های رویشی خیلی قوی در سال کم محصول می شود که چنانچه این شاخه های قوی پس از سال کم محصول سربرداری شوند، در سال پر محصول بعدی باعث تولید شاخه های جانبی همراه با جوانه های گل فراوان می گردند. بنابراین در سال کم محصول بعدی محصول بیشتری تولید می شود (صداقتی و همکاران، ۱۳۹۲).

همچنین تحقیقات انجام شده نشان می دهد سرزنی درختان پسته قبل از سال کم محصول باعث ایجاد تغییراتی در رشد شاخه، رشد تنه و بقای جوانه های گل شده که باعث کاهش سال آوری می شود و هرس سالانه درختان پسته به منظور جلوگیری و کاهش سال آوری پسته بسیار مؤثر است. از فاکتورهای بسیار مهم در هرس، میزان هرس، زمان انجام هرس و شناخت کلی نسبت به ساختمان و وظایف اندام های مختلف می باشد که هرس با آگاهی از این عوامل باید انجام گیرد (ژانگ^۱، ۲۰۱۴).

تحقیقات انجام شده نشان می دهد هرس سربرداری درختان پسته ای که دارای رشد رویشی زیاد هستند باعث جلوگیری از رشد بیش از حد، شاخه زایی و ایجاد سطح میوه دهی بیشتر، تشکیل میوه در سطح پایین تر، کنترل اندازه درخت به منظور تسهیل عملیات داشت و کنترل سال آوری می گردد. میزان سربرداری بر حسب رقم متفاوت می باشد (ژانگ، ۲۰۱۴).

هرس سالیانه درختان بارده به منظور حذف شاخه های خشک، مریض و آلوده لازم و ضروری است. در غیر این صورت علاوه بر اینکه این شاخه های آلوده باعث ایجاد مشکلاتی در عملیات داشت و برداشت می گردند، باعث توسعه و شیوع بیماری های مختلف نیز می شود، لذا در صورت عدم کنترل،

¹ Zhang, JL

این عوامل می توانند باعث خشکیدگی تمامی قسمت هوایی درخت گردند. هرس تنک شاخه در زمستان قبل از سال پربار باعث متعادل نمودن میزان محصول در سال پربار و افزایش بقای جوانه گل برای سال بعد (کم بار) می گردد و بدین نحو سال آوری کاهش می یابد (حکم آبادی، ۱۳۹۳).

۱-۱۲-۷ خم کردن شاخه و به حالت افقی در آوردن شاخه ها

ساختار گیاه نقش موثری بر عملکرد و کیفیت میوه دارد (کیم^۱، ۲۰۰۴). در بسیاری از باغات به منظور تشکیل ساختار درختان، عملیات هرس، حذف جوانه های جانبی و خم کردن شاخه ها را انجام می دهند (گنزالس رئال^۲ و همکاران، ۲۰۰۰). مدیریت سایه سار به سبب نقشی که در روابط منبع- مصرف و به دنبال آن ظرفیت تبادل گازی سایه سار دارد، نقش مهمی در تولید مستمر گیاه دارد. ضمن اینکه در این روش غالبیت جوانه انتهایی شکسته شده و اجازه رشد و نمو به جوانه های پایین دست نیز داده می شود (متلوبی^۳، ۲۰۱۲).

۱-۱۳ حلقه برداری

بوسیله چاقوی تیز یک حلقه کامل در پوست درخت ایجاد می کنیم درحقیقت این روش را تیغ زنی نیز می گویند با این روش شیره پرورده که در آوندهای آبکش در جریان است (پوست درخت) مسیر شیره پرورده به ریشه ها قطع شده و در نتیجه رشد درخت متوقف خواهد شد (نائینی، ۱۳۹۶). حلقه برداری عبارتست از برداشتن یک لایه پوست درخت و یا زخم کردن آن باعث بالابردن باردهی و کیفیت پسته می شود. قطر این لایه حدود ۲ میلیمتر و کلفتی آن به ضخامت پوست بدون صدمه زدن به چوب می باشد. حلقه برداری روی شاخه نازک تر به علت تاخیر در ترمیم زخم و مشکل بودن عمل

¹ Kim, S.H

² Gonzalez-Real, M.M

³ Matloobi, M

توصیه نمی‌شود. اثر حلقه برداری روی تنه در تمام گیاه ظاهر می‌شود اما اگر روی شاخه انجام شود فقط همان شاخه تحت تاثیر قرار می‌گیرد (وموس^۱ و همکاران، ۲۰۱۲).

در حلقه برداری پوست تنه باید به طور کامل برداشته شود به طوری که رابطه پوست بالا با پایین به طور کامل قطع شود. اثر آنی حلقه برداری این است که مانع جریان شیره پرورده از بالا به پایین می‌شود. مواد خامی که توسط ریشه جذب می‌شود و از طریق آوند چوبی بالا می‌رود در برگ به شیره پرورده تبدیل شده و در مسیر برگشت که از طریق آوند ابکش صورت می‌گیرد به مانع برخورد کرده و در بالای محل زخم انباشته می‌شود. در اثر این فرایند قند، هورمون‌های گیاهی و نشاسته بیشتری به قسمت بالای زخم می‌رسد (طلایی^۲ و همکاران، ۲۰۱۰).

زخم را به گونه ای باید ایجاد کرد تا سریع التیام پذیرد یعنی قطر حلقه نباید زیادتر از ۲ تا ۳ میلی‌متر باشد در غیر اینصورت مدت زیادی برای بهبودی زخم لازم است و ممکن است درخت ضعیف یا خشک شود. به طور معمول ۱ یا ۲ ماه بعد زخم توسط لایه زاینده التیام پذیرد (طلایی و همکاران، ۲۰۱۰).

حلقه برداری با افزایش ظرفیت فتوسنتز، نسبت کربوهیدرات به ازت و قطر و طول شاخه، سبب کاهش ریزش جوانه های گل می‌شود که در ادامه پژوهش به تاثیر این عامل در کاهش سال آوری پسته می‌پردازیم.

۱-۱۴ اشکال مختلف حلقه برداری

۱-۱۴-۱ تکه برداری

یعنی با نوک چاقوی پیوند، تکه کوچکی از پوست شاخه، در زیر یک یا چند جوانه برداشته شود.

^۱ Vemmos, SN

^۲ Talaie, A

۱-۱۴-۲ شکاف زنی

یعنی شکاف‌های کوتاه و موازی در زیر جوانه به وسیله چاقوی پیوند ایجاد شود.

۱-۱۴-۳ حلقه زنی

یعنی به کمک چاقوی تیز یا اره دندانه‌ریز، شکافی سراسری به شکل دایره بدون حذف قسمتی از آن، در پوست قاعده شاخه یا تنه ایجاد شود. به این روش تیغ زنی هم گفته می‌شود. با این کار مسیر شیره پرورده به ریشه که در آوندهای آبکش در جریان است (پوست درخت)، قطع شده و در نتیجه رشد درخت متوقف خواهد شد.

۱-۱۴-۴ طوقه برداری

یعنی نواری دور تا دور ساقه یا تنه به عرض پنج میلی‌متر حذف شود یا با استفاده از سیم، حلقه‌ای به دور ساقه برای مدت ۶ ماه بسته شود.

این دو روش نسبت به روش شکاف زنی کارایی بیشتری دارند.

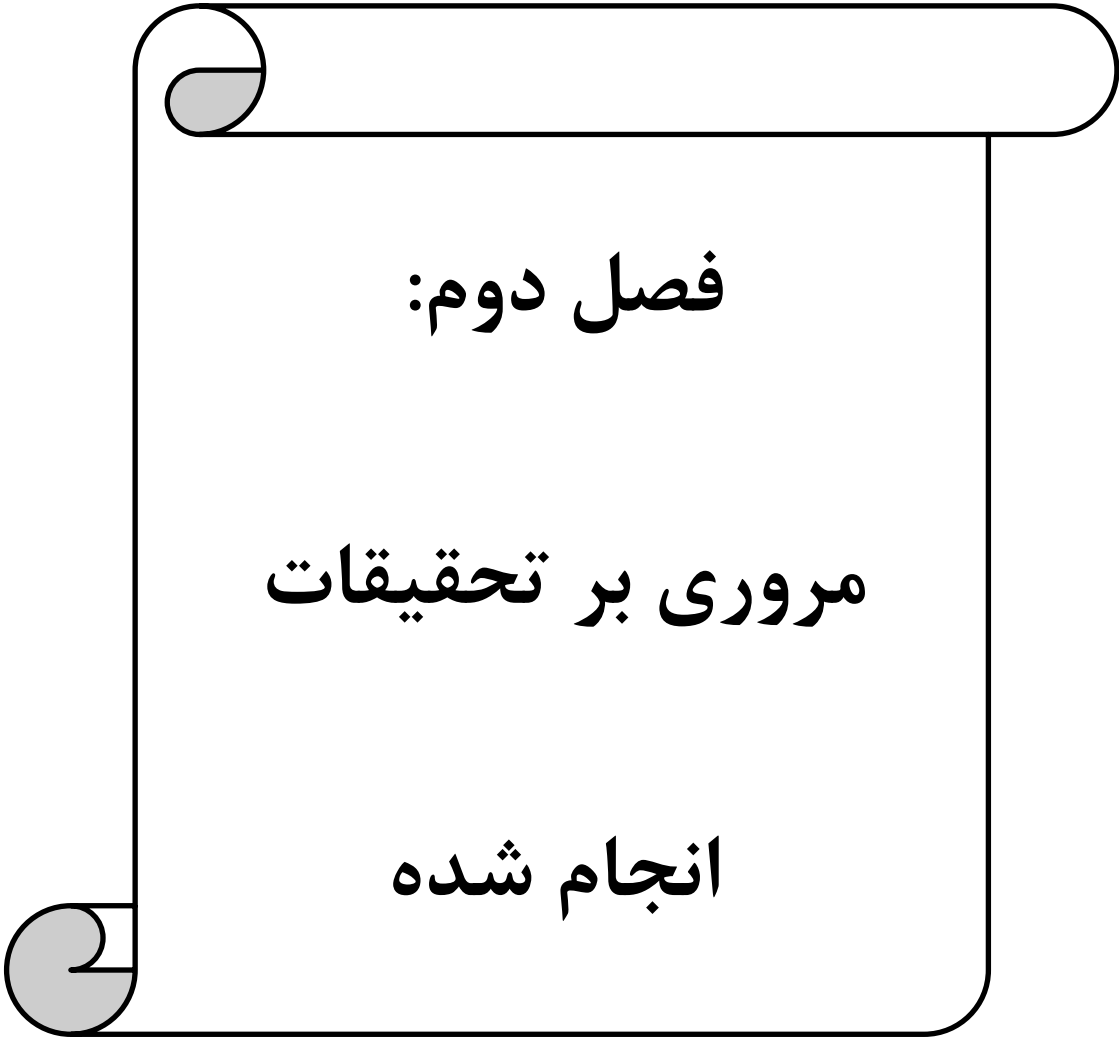
درختان بالغ و قوی به حلقه زنی یا طوقه برداری واکنش خوبی نشان می‌دهند؛ اما درختان بسیار جوان پاسخ خوبی به این عمل نمی‌دهند.

۱-۱۴-۵ پوست واژگونی

یا معکوس کردن پوست: برای تقویت شاخه و درشت شدن میوه‌های آن می‌توان نوار باریکی به عرض حداکثر نیم سانتی‌متر به صورت حلقه از پوست شاخه حامل میوه را بریده و جدا نمود. به منظور ترمیم سریع‌تر محل برش می‌توانید پوست برداشته شده را به صورت واژگون در همان محل مجدداً قرار دهید. عمق برش نباید از حد پوست تجاوز کند. در اثر عمل حلقه زنی، آوندهای آبکش قطع شده و در نتیجه شیره پرورده نمی‌تواند از شاخه خارج شود و تماماً به مصرف میوه‌های همان شاخه می‌رسد.

استفاده از هر یک از این روش‌ها بستگی به شدت ضعف یا قوت گیاه دارد که در تمامی آن‌ها گیاه بی‌درنگ آغاز به تولید بافت پینه‌ای و ترمیم قسمت قطع شده می‌کند و پس از مدتی، که در طی آن

گیاه فرصت کافی برای تولید سرآغازهای گل در جوانه پیدا کرده، به حالت عادی برمی گردد. در روش طوقه برداری باید دقت شود که عرض نوار برداشت شده از حداکثر پنج میلی متر تجاوز نکند، چون در غیر این صورت ممکن است درخت قادر به ترمیم قسمت حذف شده نگردد و شاخساره آن خشک شود. صورت اخیر همان حالتی است که معمولا در نواحی سردسیر در اثر حمله زمستانه جوندگان و از بین رفتن پوست درخت به وجود می آید و غالبا منجر به خشک شدن درخت می گردد (خوشخوی، ۱۳۹۲).



فصل دوم:

مروری بر تحقیقات

انجام شده

درخت سال آور، درختی است که دو سال پشت سر هم محصول منظم و یکسان نمی دهد و به جای آن یک سال محصول زیاد با محصول کم در سال بعد و بالعکس دنبال می شود. اولین گزارش در مورد سال آوری در مورد درختان میوه خزاندار تأکید دارد اما این پدیده در تعداد زیادی از درختان از جمله مرکبات، سیب، آووکادو، انبه، پکان و پسته معمول است (مونزلیس^۱، ۱۹۸۲). در یک چرخه تناوب، سال آور (ON) سالی است که در آن سال درختان مقدار زیادی گل تولید می کنند، این گل ها به میوه می نشینند و سرانجام در زمان برداشت محصول زیادی خواهند داشت و سال ناآور (OFF) سالی است که در آن سال درختان مقدار کمی شکوفه تولید می کنند، میزان به میوه نشستن کم و در زمان برداشت هم محصول کمی خواهند داشت (پاسوگا^۲، ۱۹۹۷).

پسته یک گونه درختی است که تناوب باردهی شدیدی دارد (کرین و همکاران، ۱۹۸۷). تناوب باردهی در پسته پدیده ایست که مورد دلخواه باغداران نیست و آنان تمایل به حذف این پدیده را دارند زیرا این موضوع از نظر اقتصادی بسیار مهم است بطوری که اختلاف بین محصول سال آور و ناآور خیلی زیاد است و میزان محصول در سال آور سه تا پنج برابر سال ناآور گزارش شده است (جانسون^۳ و همکاران، ۱۹۸۷). مکانیزم تناوب باردهی پسته با سایر درختان میوه متفاوت است. تناوب باردهی در بسیاری از گونه های درختان میوه معمولاً نتیجه کاهش زیاد تشکیل جوانه گل در طی سال پر محصول است اما پسته هر ساله روی شاخه سال جاری تعداد زیادی جوانه گل تولید می کند که در درختان آور در طول فصل تابستان ریزش می کنند (روزاس^۴ و همکاران، ۲۰۰۴).

فرضیه های مرتبط با سال آوری در پسته به دو دسته عوامل داخلی و خارجی طبقه بندی می شوند. همانطور که در شکل ۱-۲ مشاهده می شود عوامل ژنتیکی، منابع معدنی و تنظیم کننده های رشد

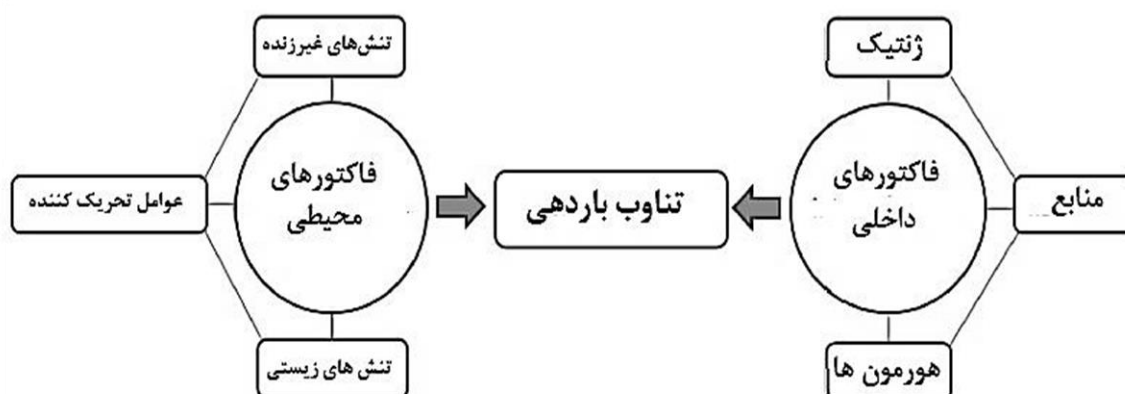
¹ Monselise, S. P

² Paz-Vega, S

³ Johnson, S. R

⁴ Roussos, P. T

گیاهی فاکتورهای داخلی هستند. در حالی که تنش‌های زیستی^۱ و تنش‌های غیرزنده و نیز رخداد‌های تحریک کننده از عوامل خارجی و محیطی محسوب می‌شوند (خضری و همکاران، ۲۰۲۰).



شکل ۱-۲ عوامل موثر در تناوب باردهی (سال آوری)

فرضیه ژنتیک: پیشرفت علم ژنتیک و مطالعات رونویسی^۲ ژن‌ها ما را به درک بهتر مولکولی فرایند-های فیزیولوژیکی درگیر در پدیده سال آوری کمک کرده است. در حال حاضر برخی از ژن‌هایی که شروع گلدهی و تکامل میوه را تنظیم می‌کنند در برخی گیاهان مدل مثل *Arabidopsis thaliana* و *Antirrhinum majus* شناسایی شده اند (تان و سوان^۳، ۲۰۰۶ و کوربسیر^۴ و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین گزارش شده است که میزان بار محصول در درختان میوه سال‌آور تعیین کننده بیان ژن‌های مرتبط با گلدهی می‌باشد. در پسته، تجزیه و تحلیل رونویسی توالی‌یابی RNA از بافت‌های میوه و جوانه‌های گل آذین درختان روشن و خاموش جهت شناسایی ژن‌های مرتبط با تناوب باردهی انجام گرفت. نتایج اولیه این مطالعه نشان داد در میوه‌های درختان روشن، ژن‌های مربوط به فتوسنتز، آلفا آمیلاز و ترپنئوئید بیشتر بیان شدند و بیان ژن یک تتراپیرول متوقف شد. علاوه بر این، در جوانه‌های

^۱ biotic stresses

^۲ transcription

^۳ Tan, F., Swain, SM

^۴ Corbesier, L

گل آذین شاخه های روشن، ژن های مرتبط با فتوسنتز سرکوب شد درحالیکه ژن های مرتبط با ترپنوئیدها القا شدند (مارتینلی^۱ و همکاران، ۲۰۱۸).

اثر رقم و پایه: به خوبی ثابت شده است که در ارقام مختلف در شرایط آب و هوایی، مدیریت باغی و سن یکسان شدت تناوب باردهی یکسان نمی باشد. در یک مطالعه، شدت سال آوری در ارقام جندقی و شاهپسند مقدار ۰/۱، در رقم احمد آقایی ۰/۷۴ بود. همچنین این شاخص برای ارقام اکبری، اوحدی و کله قوچی به ترتیب ۰/۵۸، ۰/۴۸ و ۰/۴۴ گزارش شد (اسماعیل پور، ۲۰۰۵). مطالعه ای دیگر در کالیفرنیا نشان داد شدت سال آوری در ارقام Golden Hills و Lost Hills در مقایسه با رقم کرمان کمتر بود (روزن استاک^۲ و همکاران، ۲۰۱۰ و کالسن^۳، ۲۰۱۴).

اثر پایه نیز روی ریزش گل و تناوب باردهی به طور چشمگیری موثر می باشد. در مطالعه ای گزارش شد که شدت سال آوری پیوند رقم پسته کرمان روی پایه PGII شدید و شدت سال آوری پیوند رقم کرمان روی پایه UCB-1 کمتر می باشد (بد و همکاران، ۲۰۱۷).

فرضیه منابع: این فرضیه بیانگر این موضوع است که گل دهی، به میوه نشستن و رشد میوه مقدار زیادی از کربوهیدرات ها و عناصر معدنی درخت را مصرف می کند لذا بدلیل کمبود کربوهیدرات و عناصر غذایی تشکیل جوانه گل و بقاء آن محدود شده و در نهایت سبب تناوب باردهی می گردد (گارسیا-لوییز^۴، ۱۹۸۸). تاثیر کربوهیدرات در ریزش جوانه گل آذین پسته به طور گسترده ای مورد بررسی قرار گرفته است. نشاسته معمولی ترین و مهم ترین شکل کربوهیدرات در بیشتر گیاهان عالی است (بانی نسب، ۲۰۰۵). نشاسته مفیدترین شاخص برای بررسی نوسانات کربوهیدرات درختان است (ولستندمی و ویلی^۵، ۱۹۸۹). غلظت نشاسته در بافت های رویشی در طول سال ناآور بیشتر است که این موضوع بارها در پکان و مرکبات مورد تأیید قرار گرفته است. تولید میوه در طول سال آور منجر به

¹ Martinelli, F

² Rosenstock, T

³ Kallsen, CE

⁴ Garcia-Luis, A

⁵ Wolstenhdme, B., Whiley, A

تخلیه ذخیره کربوهیدراتی می شود (گلدنشیب و همکاران، ۱۹۸۲). ریشه های مرکبات اختصاصاً از کمبود کربوهیدرات رنج می برند. کمبود کربوهیدرات مسئول ضعف درخت بدنبال سال آور در نارنگی «مورکات» که تناوب باردهی شدیدی دارد می باشد (اسمیت^۱، ۱۹۷۶). میوه دهی در آلو (ویمبوم^۲ و جدول ۱-۲ درصد کل از دست رفتن جوانه های گل از هر فاز ریزش برخی ارقام ایرانی، فاز ۱: مرحله قبل از پر شدن مغز، فاز ۲: مرحله پر کردن مغز و رسیده شدن، فاز ۳: قبل یا مرحله تورم جوانه (خضری و همکاران، ۲۰۲۰)

رقم	سطح بارور	فاز ۱ (درصد)	فاز ۲ (درصد)	فاز ۳ (درصد)	کل (درصد)
اکبری	درختان ON	۵۲/۲	۳۵/۱	۶/۴	۹۳/۷
	درختان OFF	۲۳/۳	۲۸/۶	۵/۱	۵۷
کله قوچی	درختان ON	۳۱/۷	۳۲/۲	۸/۴	۷۳/۳
	درختان OFF	۲۰/۱	۲۲/۲	۵/۲	۴۷/۵
احمد آقایی	درختان ON	۳۴/۶	۴۶/۳	۵/۳	۸۶/۲
	درختان OFF	۲۲/۵	۳۰/۱	۴/۷	۵۷/۳
فندوقی	درختان ON	۳۲/۲	۵۷/۹	۷/۱	۹۷/۲
	درختان OFF	۲۱/۵	۲۲/۴	۶/۸	۵۰/۷

همکاران، ۱۹۹۴a) نارنگی (جداله^۳، ۲۰۰۰) و پسته (ویمبوم و همکاران، ۱۹۹۴b و وموس، ۲۰۱۰) ذخیره کربوهیدرات های غیرساختاری را در اندام های چند ساله درخت کاهش می دهد. وموس (۱۹۹۹) گزارش کرد که ریزش جوانه های گل در فاز یک مستقل از محتوای کربوهیدرات جوانه گل است اما ریزش گل در فاز ۲ (۱۰ تا ۱۴ هفته بعد از غنچه شدن کامل گل) با کمبود کربوهیدرات مرتبط می باشد. اخیراً در مطالعه ای که نسبت فتوسنتز خالص در واحد سطح برگ درختان پسته آور و ناآور انجام شد تفاوت معنی داری را نشان نداده نشد اما در فصل برداشت جذب کربن در شاخه های آور ۲۶ درصد پایین تر از شاخه های خاموش به دلیل ریزش و پیری برگ بود و بنابراین فتوسنتز کل در درختان آور در مقایسه به درختان ناآور کاهش می یابد (مارینو^۴ و همکاران، ۲۰۱۸). کرین و ایواکایری^۵ (۱۹۸۷) اظهار داشتند که کمبود کربوهیدرات ممکن است عامل ریزش جوانه گل در

¹ Smith, P

² Weinbaum, S

³ Gadallah, M

⁴ Marino, G

⁵ Crane, JC., Iwakiri, BT

مرحله دوم باشد. این موضوع بوسیله نزیما^۱ و همکاران (۱۹۹۷) نیز تأیید شد. وی دریافت که در شاخه جاری و یک ساله و جوانه گل درختان ناآور نشاسته بیشتری نسبت به درختان آور جمع شده است. در مطالعه‌ای مشاهده شد که جوانه های گل آذین درختان بدون میوه دو برابر آنهایی که میوه دارند نشاسته و ساکارز جمع می کنند این موضوع بیان کننده نقش احتمالی ساکارز در ریزش جوانه هاست (وموس ۱۹۹۹). اما این نتایج نیاز به تحقیق بیشتری دارد که تعیین کند آیا واقعاً عامل اصلی ریزش جوانه گل کمبود کربوهیدرات است یا نه. همچنین طلایی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که کربوهیدرات‌های محلول از خرداد ماه تا مردادماه در درختان آور کاهش یافته و سبب ریزش جوانه می-شود.

ساکاروز، گلوکز و اینوسیتول مهم‌ترین کربوهیدرات‌ها در پسته هستند و ساکاروز کربوهیدرات غالب آنهاست به‌طوری که ۶۰-۵۰ درصد قند آن را تشکیل می‌دهد (کرین و همکاران، ۱۹۷۳). زاکین تیونس و روسکاس (۱۹۹۵) دریافتند که کاربرد برگی مخلوطی از ۳ درصد ساکاروز، ۲ درصد گلوکز، ۱ درصد رافینوز و اینوسیتول یک ماه قبل از برداشت کیفیت و کمیت میوه پسته رقم «Aegina» را افزایش داد. با این تیمار آنها درصد خندانی پسته را بیش از ۸۰ درصد افزایش دادند. در مطالعه ای دیگر بهترین زمان برای محلول پاشی درختان پسته با کربوهیدرات‌ها در طی رشد سریع اندوسپرم گزارش شد و کاربرد کربوهیدرات‌ها در این زمان کیفیت میوه را با افزایش درصد خندانی و کاهش پوکی، افزایش داد (ارزانی و همکاران، ۲۰۰۲).

نقش عناصر مغذی در کنار نقش کربوهیدرات به خوبی در کاهش سال آوری و ریزش گل به اثبات رسیده است. در پسته در سال آور، تقاضای شدیدی از طرف میوه‌های در حال نمو برای نیتروژن وجود دارد که نتیجه آن کاهش غلظت نیتروژن ذخیره شده می‌باشد (پیچیونی^۲ و همکاران، ۱۹۹۷). به دنبال یک سال پر محصول درختان میوه‌دار نسبت به درختان بدون میوه مقدار عناصر غذایی ذخیره

^۱ Nzima

^۲ Picchioni, GA

کمتری دارند که ممکن است سبب تأخیر در شکوفایی جوانه، کاهش رشد بهاره و کاهش به میوه نشستن در سال بعد گردد (وینبوم و همکاران، ۱۹۹۴). درختان پسته ناآور به ترتیب ۷، ۱۴ و ۲ برابر درختان آور نیتروژن، فسفر و پتاسیم ذخیره کردند (رزکرانس^۱ و همکاران، ۱۹۹۸).

وینبوم و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که بیشترین میزان کاهش نیتروژن برگ درخت پسته در طول دوره قبل از پر شدن بذر تا بلوغ میوه بود. هم چنین اثر متقابل معنی داری بین زمان کاربرد نیتروژن و غلظت آن در افزایش بقاء جوانه های گل پسته وجود داشت و زمانی که با غلظت سه درصد در اواخر خرداد ماه بکار رفت میزان بقاء جوانه را افزایش داد.

سرعت جذب اوره ۲۰ برابر بیشتر از سایر عناصر است و می تواند به جذب سایر عناصر از جمله روی که بصورت محلول پاشی به کار می رود کمک کند (مرتود^۲ و همکاران، ۱۹۹۳). لذا اوره در محلول پاشی عناصر روی برگ محصولات بطور عملی می تواند بکار رود. در مطالعه ای که به این منظور انجام شد، نشان داد با افزایش میزان نیتروژن روی جوانه های گل آذین، برگ و شاخه های سال جاری، میزان ریزش گل ها کاهش یافت. همچنین محلول پاشی اوره با غلظت ۰/۳ درصد در اواسط ژوئن (خرداد) باعث افزایش سطح برگ، میزان کلروفیل و فتوسنتز خالص و نیز کاهش ریزش جوانه گل شد (بانی نسب و همکاران، ۲۰۰۷). البته این نتایج با گزارش جنوس در مورد استفاده از نیتروژن در خاک در ارتباط با کنترل و کاهش ریزش گل متناقض بود (جنوس و همکاران، ۲۰۱۰).

فرضیه هورمون: این فرضیه بر نقش تنظیم کننده های رشد تأکید دارد بدین صورت که تنظیم کننده های رشد تولید شده توسط بذر میوه در حال نمو در سال آور از تمایزیابی گل ممانعت کرده و یا ریزش جوانه گل را افزایش می دهد و در نتیجه سبب کاهش محصول در سال ناآور می شود (مونزیلیس و گلدشیب، ۱۹۸۲). اولین گزارش در درخت پسته نیز به استفاده از هورمون اکسین مصنوعی PCPA^۳ در ماه ژوئن جوانه های گل پسته را به مدت ۷ هفته حفظ کرد اما در نهایت نتوانست از

¹ Rosenstock, T

² Mortvedt, J.J

³ 1 p-Chlorophenoxyacetic acid

ریزش گل جلوگیری کند (کرین و نیلسون، ۱۹۷۲). همچنین در گزارشی دیگر استفاده از هورمون سیتوکینین^۱ BAP به همراه اوره به طور قابل توجهی از ریزش گل پسته جلوگیری کرد (لووات و فرگوسن، ۱۹۹۹ و طلایی و همکاران، ۲۰۰۶). استفاده از سایر هورمون‌های گیاهی از جمله آبسزیک اسید، اتیلن و پلی آمین‌ها در کاهش ریزش گل و سال‌آوری نیز گزارش شده است (طلایی و همکاران، ۲۰۱۰). آلکازر و همکاران^۲، ۲۰۰۶ و خضری و همکاران، ۲۰۱۰).

فرضیه فاکتورهای محیطی: سال‌آوری ممکن است توسط عوامل محیطی ایجاد شود (مونزلیس و گلدشمت، ۱۹۸۲). یخ زدگی، سرمازدگی، شوری و خشکسالی و همچنین تنش‌های آفت و بیماری‌ها از مهمترین تنش‌های محیطی هستند که باعث ریزش گل‌آذین در پسته می‌شوند. به نظر می‌رسد هر نوع تنش غیر زنده یا زنده که درخت پسته را تضعیف می‌کند باعث از بین رفتن جوانه‌ها می‌شود. رخدادهای محرک نیز ممکن است مستقیماً باعث از بین رفتن جوانه‌ها از طریق آسیب فیزیکی به جوانه‌های گل‌آذین یا به طور غیرمستقیم از طریق برهم زدن تعادل فیزیولوژیکی عوامل داخلی (به عنوان مثال، کربوهیدرات و جذب کننده‌ها، مواد مغذی معدنی، هورمون‌ها) شود (حکم‌آبادی، ۲۰۱۰ و پاکیش^۳ و همکاران، ۲۰۱۱).

مشخص شده است که حلقه برداری روی شاخه و شاخساره درخت ممکن است سبب یکسری از تغییرات فیزیولوژیکی همانند کاهش رشد، تجمع کربوهیدرات و یا سایر مواد آلی در بالای محل حلقه شود و بر فتوسنتز خالص (PN^۴) و تعادل هورمونی نیز تأثیرگذار است لذا حلقه برداری اغلب جهت تغییر رشد درخت، تمایزبایی گل، به میوه نشستن و نمو آن، اندازه میوه و کمیت و کیفیت محصول مورد استفاده قرار گرفته است (هارتمن^۵ و همکاران، ۲۰۰۲. ژو و کوبدو^۶، ۲۰۰۳. راحمی و رضانیان، ۲۰۰۷. طلایی و همکاران، ۲۰۱۰ و وموس، ۲۰۰۵). درپسته حلقه برداری بین جوانه‌های گل و شاخه

^۱ 6-benzyladenine

^۲ Alcazar, R

^۳ Pakkish, Z

^۴ net photosynthetic

^۵ Hartmann, H.T

^۶ Zhou, R., Quebedeaux, B

سال جاری قبل از ریزش جوانه بطور معنی‌داری ریزش جوانه را کاهش می‌دهد اما اثر حلقه برداری بر غلظت کربوهیدرات‌ها بسته به اندازه شاخه‌ها، وجود و یا عدم وجود میوه، زمان حلقه برداری، اندازه حلقه و نوع درخت (آور یا ناآور) متفاوت است (کرین و نیلسون، ۱۹۷۲ و ژو و کوبدو، ۲۰۰۳).

حلقه برداری در قاعده شاخه سال جاری بطوری که جوانه‌های گل آذین در انتهای شاخه جاری را از میوه‌های در حال نمو روی شاخه‌های یک ساله جدا کند ریزش جوانه‌های گل آذین را در مقایسه با شاهد ۶۲-۶۶ درصد کاهش داد. حلقه برداری بین میوه و جوانه‌های گل آذین به طور معنی‌داری غلظت نیتروژن در برگ‌ها و غلظت کلسیم، منیزیم و منگنز را در تمام قسمت‌ها کاهش داد، اما غلظت فسفر و پتاسیم در جوانه‌های گل آذین به طور معنی‌داری در شاخه‌های حلقه برداری شده بالاتر بود. این نوع حلقه برداری وزن خشک جوانه‌ها و کربوهیدرات‌های غیرساختاری را در جوانه‌های گل آذین و شاخه سال جاری افزایش داد. غلظت نشاسته و قندها به خصوص ساکاروز در جوانه‌های گل آذین شاخه‌های حلقه برداری شده بالاتر از شاهد بود لذا کاهش حرکت ساکاروز از برگ‌ها به جوانه‌های گل، به احتمال از رشد جلوگیری کرده و سبب آغاز ریزش آن می‌شود (وموس، ۲۰۰۵).

طلایی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که تیمار حلقه برداری درصد ریزش جوانه گل آذین پسته را کاهش داد و حلقه برداری در خرداد ماه اثر بیش‌تری داشت و وزن خشک شاخه سال جاری را افزایش داد. نتایج گزارش طلایی و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان داد که تیمار حلقه برداری در ماه ژوئن (خرداد) در پایه ساقه سال جاری درصد ریزش جوانه گل را در مقایسه با شاهد ۷۰ درصد کاهش می‌دهد. موس و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که فتوسنتز خالص برگ در بالای محل حلقه برداری به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. علاوه بر این، حلقه برداری در پایه شاخه‌های سال جاری باعث افزایش تجمع کربوهیدرات (به ویژه نشاسته) در برگ و ساقه سال جاری و کاهش ریزش جوانه گل آذین به دلیل مهار انتقال کربوهیدرات از شاخه‌های سال جاری به شاخه‌های یکساله می‌شود.

روپر و ویلیامز^۱ (۱۹۸۹) دریافتند که حلقه برداری تنه انگور باعث کاهش فتوسنتز و افزایش میزان کربوهیدرات در برگ‌ها می‌شود. به طور مشابه، در مطالعه‌ای دیگر که حلقه برداری روی شاخه‌های سیب انجام گرفت تجمع نشاسته و فتوسنتز کم در اندام‌های سیب غیر بارده مشاهده شد، اما کاهش فتوسنتز در اندام‌های بارده بسیار کمتر بود (فقط ۱۰ درصد). و نتیجه گرفته شد که مهار بازخورد فتوسنتز برای سیب درست نیست (شوستر^۲ و همکاران، ۱۹۹۴).

بنابراین از تکنیک حلقه‌برداری اغلب به عنوان یک روش باغبانی برای دستکاری رشد درخت، شروع گل، تنظیم و رشد میوه، اندازه میوه، عملکرد و کیفیت استفاده شده است (گلدشمیت و همکاران، ۱۹۸۵، شاپر و چانکو^۳، ۱۹۹۳ و گورن^۴ و همکاران، ۲۰۰۳).

با بررسی مقالات و پژوهش‌ها مشاهده شد در مورد خمش شاخه روی پسته گزارشی تاکنون ارائه نشده است و می‌توان گفت این تحقیق جزو اولین تحقیقات می‌باشد. اما خم کردن شاخه در درختان و گونه‌های دیگر گزارش شده است.

در مطالعه‌ای که روی نوع هرس در زردآلو انجام گرفت نتیجه گرفته شد که یکی از روش‌های موثر در تغییر رشد رویشی به زایشی در زردآلو، بستن شاخه‌های جانبی با زاویه بیشتر از افقی برای القای باردهی درختان می‌باشد (سانسیوینی^۵ و همکاران، ۱۹۸۲). در گزارشی دیگر که روی سیب انجام گرفت مشاهده شد شاخه‌ها در وضعیت عمودی دارای رشد رویشی بیشتری بوده و عموماً بدون میوه خواهند بود و اگر شاخه در وضعیت افقی و خمیده رشد نمایند، دارای رشد رویشی محدود بوده و در سال بعد به باردهی می‌رسد در نتیجه به دلیل وزن میوه‌های تولیدی شاخه در وضعیت افقی باقی خواهد ماند و به دلیل اینکه میوه‌های مصرف کننده‌های قوی مواد غذایی درخت به شمار می‌روند از رشد رویشی بیشتر شاخه‌های حاصل نیز جلوگیری می‌کنند (دونالد و استفان^۶، ۱۹۹۸). در انگور نیز

^۱ Roper, T.R., Williams, L.E

^۲ Schechter, I

^۳ Schaper, H., Chacko, E.K

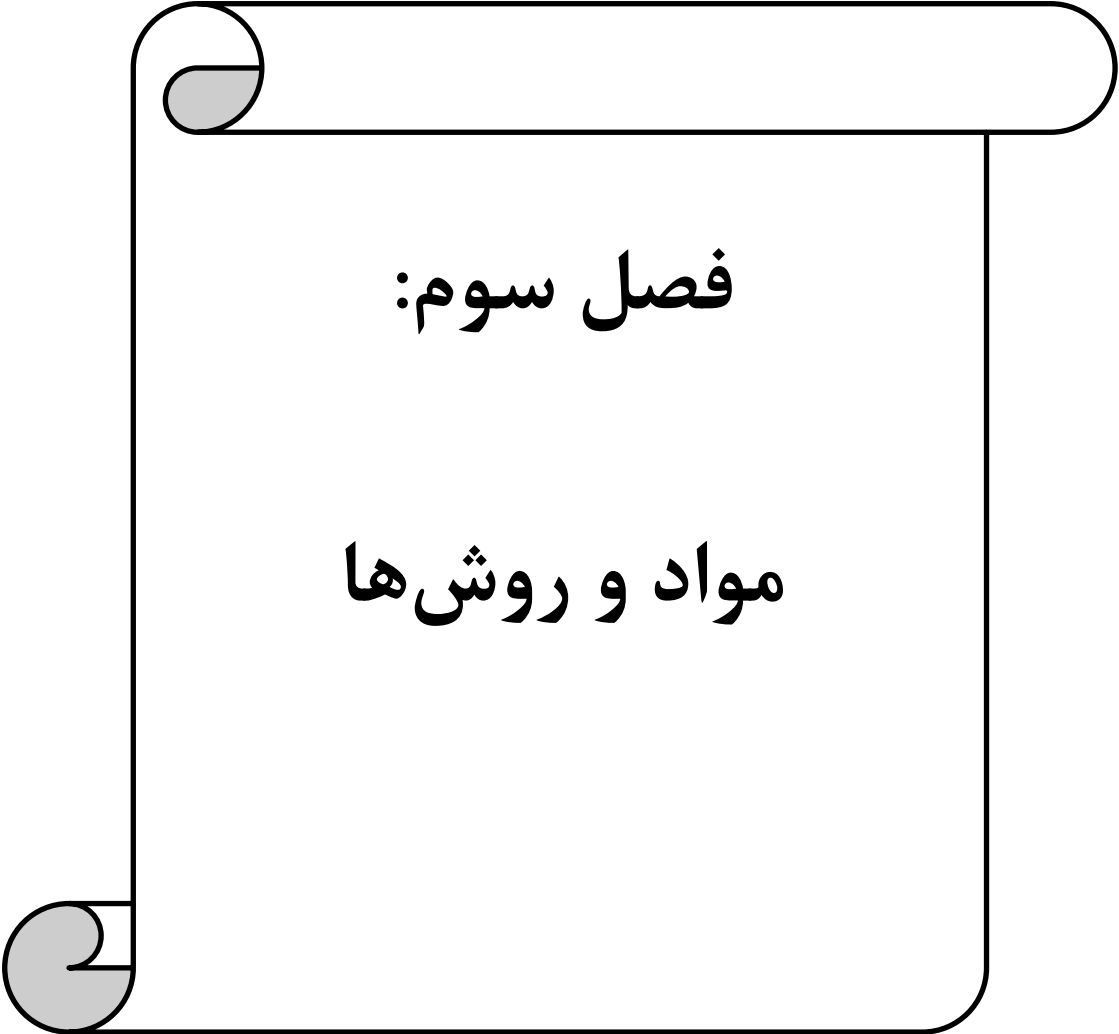
^۴ Goren, R

^۵ Sansavini, S

^۶ Donald, L. P., Stephen, S. M

مشخص شد اگر شاخه‌ها به صورت مصنوعی به حالت افقی و خمیده در آید، جوانه‌های جانبی روی آن از حالت رکود القایی درمی‌آیند. همچنین با خم کردن شاخه‌ها سرعت حرکت شیره پرورده کاهش و سلول‌ها زمان بیشتری برای جذب خواهند داشت (کریسی^۱، ۲۰۰۹).

¹ Creasy, G. L



فصل سوم:

مواد و روش‌ها

۱-۳ مواد گیاهی

در این آزمایش به منظور بررسی تاثیر فن حلقه برداری و خمش در کاهش سال آوری در گیاه پسته از رقم اکبری استفاده شد. رقم پسته اکبری یکی از ارقام مهم تجاری پسته ایران می باشد که از نظر اقتصادی دارای بالاترین ارزش می باشد. رقم اکبری دارای محصول زیاد و سال آوری زیاد می باشد. پسته رقم اکبری در گروه ارقام کم تا متوسط رشد قرار می گیرد، غالبیت انتهایی در آن ضعیف است و به طور متوسط روی هر شاخه انتهایی ۲ ساله، ۳ شاخه جانبی وجود دارد. عادت رشد درخت در این رقم نیمه عمومی تا آویز است و ارتفاع آن در ۲۰ سال پس از پیوند به حدود ۲/۵ متر می رسد. رنگ تنه سفید مایل به خاکستری است. بیشتر درصد برگ ها پنج برگچه ای است و اندازه برگچه انتهایی در آن بزرگتر از برگچه های جانبی و شکل آن تخم مرغی نوکدار می باشد. سطح برگ این رقم زیاد بوده و بر این اساس در گروه ارقام با سطح برگ بالا قرار می گیرد، رنگ برگ ها سبز روشن است. پسته رقم اکبری دیرگل است و تقریباً از سال سوم بعد از پیوند گلدهی آغاز می شود. گلدهی در این رقم در اکثر مناطق به طور متوسط از ۲۱ فروردین آغاز و در ۲۶ فروردین پایان می یابد. معمولاً از ۲۰ تیرماه مغز شروع به رشد می کند و از اواسط شهریور میوه رسیده و قابل برداشت است. دو فنوتیپ اصلی از این رقم وجود دارد که در یکی از آنها به هنگام رسیدن پوست سبز سفید کم رنگ و در دیگری رنگ پوست سبز قرمز کم رنگ است. یکی از صفات این رقم آن است که در حین رشد میوه بخش زیادی از میوه های پوک آن خشک می شود و ریزش می کند (نائینی، ۱۳۹۶).

۳-۲ محل انجام پژوهش

این آزمایش در باغ شخصی در شهرستان دامغان، روستای خورزان (۳۰ کیلومتری جنوب دامغان) در سال ۱۳۹۸ انجام گردید. شهرستان دامغان با قدمت بیش از ۷۰۰ سال در تولید پسته، به لحاظ شرایط مناسب اقلیمی رشد محصول پسته، یکی از بهترین و مرغوب ترین پسته را به لحاظ وجود ترکیبات ضروری و ارزشمند در ارقام مختلف دارا می باشد. دامغان با وسعت ۱۲۱۱۰ کیلومتر مربع از

طرف شمال به خط الراس و به کوههای البرز، از شرق به شهرستان شاهرود، از جنوب به دشت کویر مرکزی ایران و از غرب به شهرستان سمنان منتهی می شود. دامغان در طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه و ۸ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۹ دقیقه و ۴۸ ثانیه قرار دارد. ارتفاع شهر از سطح دریا ۱۱۷۰ متر است. شهرستان دامغان در حد فاصل مرتفعات میانی البرز و دشت کویر، دارای شرایط اقلیمی متنوعی از اقلیم مرطوب تا اقلیم های خشک و فرا خشک است. بارندگی قلیل، اختلالات درجه حرارت شب و روز و فصل خشک طولانی (بین ۷ تا ۹ ماه) از ویژگی های بارز این شهرستان است. میزان بارندگی های سالانه شهرستان دامغان همواره کمتر از ۴۰۰ میلیمتر بوده است. بیشترین بارندگی های فصلی نیز در فصل زمستان با ۵۱/۲ میلیمتر و کمترین آن در فصل تابستان با ۵/۸ میلیمتر است. بیشترین تعداد روزهای یخبندان در شهرستان دامغان در دی ماه با ۲۸ روز بوده است. طبق تقسیم الگوی اقلیمی سیلیافت، شهرستان دامغان دارای اقلیم خشک است (وبسایت اداره هواشناسی دامغان).

۳-۳ نحوه حلقه برداری و خمش

۳۰ درخت پسته آور ۱۵ ساله به طور تصادفی در بهار (سالهای ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹) و از هر درخت ۶ شاخه یکنواخت از نظر طول، قطر و تعداد باردهی روی هر درخت انتخاب شدند. شاخه ها به گونه ای انتخاب شدند که فاقد شاخه های جانبی بودند. به منظور حصول نتیجه بهتر جهت تکرار آزمایش یک درخت کامل انتخاب شده و تیمار مربوطه روی آن اعمال شد و سه تکرار برای هر تیمار استفاده شد. در تیمار حلقه برداری، حلقه ای از پوست به عرض ۲-۳ میلی متر و عمق ۱ میلی متر در قاعده شاخه با استفاده از چاقوی تیز با دقت برداشته شد (شکل ۱-۳ الف)، به طوریکه تنها ارتباط آوند آبکش قطع گردیده و آسیبی به آوند چوبی نرسید. نواحی بریده شده بلافاصله با چسب پیوند پوشانده شدند (شکل ۱-۳ ب).

جهت ایجاد خمش نیز شاخه‌های انتخاب شده به وسیله ریسمان نخی به تنه پسته بسته و شاخه ها به صورت کمائی خم شدند (شکل ۱-۳ پ).



شکل ۱-۳ تیمار حلقه برداری و خمش در پسته (الف: حلقه برداری شاخه پسته، ب: پوشش دهی با چسب پیوند پس از اعمال تیمار حلقه برداری، ت: خم کردن شاخه پسته به صورت کمائی، ت: تیمار همزمان حلقه برداری و خمش روی یک شاخه)

۳-۴ طرح آزمایش

این پژوهش به منظور بررسی اثر حلقه برداری و خمش شاخه ها در رقم اکبری در قالب طرح بلوک های کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین داده ها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن (Duncan) انجام شد. در این پژوهش ۱۰ تیمار داشتیم. تیمارها شامل ۱- خمش شاخه در تمام گل، ۲- خمش شاخه در زمان شروع رشد پوست استخوانی، ۳- خمش شاخه در زمان استخوانی شدن، ۴- حلقه برداری در شاخه یکساله در زمان تمام گل ۵- حلقه برداری در شاخه دو ساله در زمان تمام گل، ۶- حلقه برداری در شاخه سه ساله در زمان تمام گل، ۷- خمش شاخه در تمام گل و حلقه برداری در شاخه یکساله در زمان تمام گل ۸- خمش شاخه در تمام گل و حلقه برداری در شاخه دو ساله در زمان تمام گل، ۹- خمش شاخه در تمام گل و حلقه برداری در شاخه سه ساله در زمان تمام گل و نهایتاً تیمار شاهد بود.

۳-۵ صفات مورد بررسی

صفات مورد اندازه گیری در این پژوهش شامل برخی صفات رویشی و زایشی به شرح زیر می باشد:

۱- سطح برگ (جهت سنجش سطح برگ (LA) از دستگاه سطح برگ سنج مدل دلتا تی^۱ با دقت ۰/۰۱ سانتی متر مربع استفاده گردید).

۲- غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و بور در برگ (در اواخر تیرماه ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ نمونه برداری از برگ درختان انجام و برگ های تازه به منظور تعیین عناصر غذایی به آزمایشگاه خصوصی دکتر مسعودیان دامغان منتقل گردید).

جهت اندازه گیری غلظت نیتروژن به روش کج لیدال استفاده شد، نمونه خشک و آسیاب شده پس از مراحل هضم در دمای ۳۸۰ درجه سانتی گراد در دستگاه تقطیر (Automatic Distillation system) با استفاده از سود و اسید بوریک و معرف های رنگی تیترا شده و غلظت نیتروژن آن ها محاسبه شد.

¹ Delta T Device

برای اندازه گیری فسفر، نمونه‌های آسیاب شده با اسید هیدروکلریک ۲ مولار مخلوط شد و به مدت ۶ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد داخل اجاق هضم قرار گرفت و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۳۰ نانومتر غلظت آن اندازه گیری شد.

در مورد پتاسیم هضم نمونه‌ها به مشابه فسفر انجام گرفت و با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر (Industrial Flame Photometer G20G) غلظت پتاسیم محاسبه شد.

برای اندازه گیری کلسیم هضم نمونه‌ها مشابه فسفر و پتاسیم صورت گرفت و با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Spectrum Instrumats) و روش کمپلکسومتری غلظت کلسیم قرائت شد.

برای اندازه گیری غلظت عنصر بُر نیز از روش آزمونین H و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری (UV-2100 Spectrophotometer) استفاده شد (اسماعیل پور، ۱۳۸۷).

۳- وزن تر میوه (برداشت دانه‌های میوه از هر شاخه (تیمار) و سپس با اندازه گیری وزن تر دانه‌های پسته مربوط به هر تیمار)

۴- وزن خشک میوه (ابتدا دانه‌های پسته به مدت چهار ساعت در دستگاه پسته خشک کنی (مدل پیش‌تازان صنعت رفسنجان) در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس دانه‌های خشک شده توزین و ثبت شدند).

۵- تعداد دانه باقی‌مانده (با شمارش تعداد کل دانه های باقی‌مانده پسته که از دانه های حاصل از شش خوشه روی یه شاخه (هر تیمار) در پایان فصل برداشت به‌دست آمد).

۶- تعداد جوانه باقی‌مانده (با شمارش تعداد جوانه‌های باقی‌مانده روی شاخه ها)

۷- درصد ریزش خوشه بعد از اعمال تیمارها (شمارش تعداد خوشه ها قبل و بعد از اعمال تیمارها و محاسبه درصد ریزش)

۸- درصد پوکی (تعداد صد عدد دانه پسته به طور تصادفی انتخاب و تعداد پسته‌های پوک (دانه‌هایی که مغز پسته در آن‌ها تشکیل نشده بود) شمارش و درصد پوکی محاسبه و ثبت گردید. (جوانشاه و همکاران، ۱۳۹۸)

۹- درصد عدم خندانی پسته (تعداد صد عدد دانه پسته به طور تصادفی انتخاب و تعداد دانه پسته‌های

دهان بسته شمارش و درصد عدم خندانی محاسبه و ثبت گردید. (جوانشاه و همکاران، ۱۳۹۸)

۱۰- تعداد دانه در اونس (یک نمونه ۱۴۲ گرمی از میوه پسته با کمک ترازوی حساس دیجیتالی

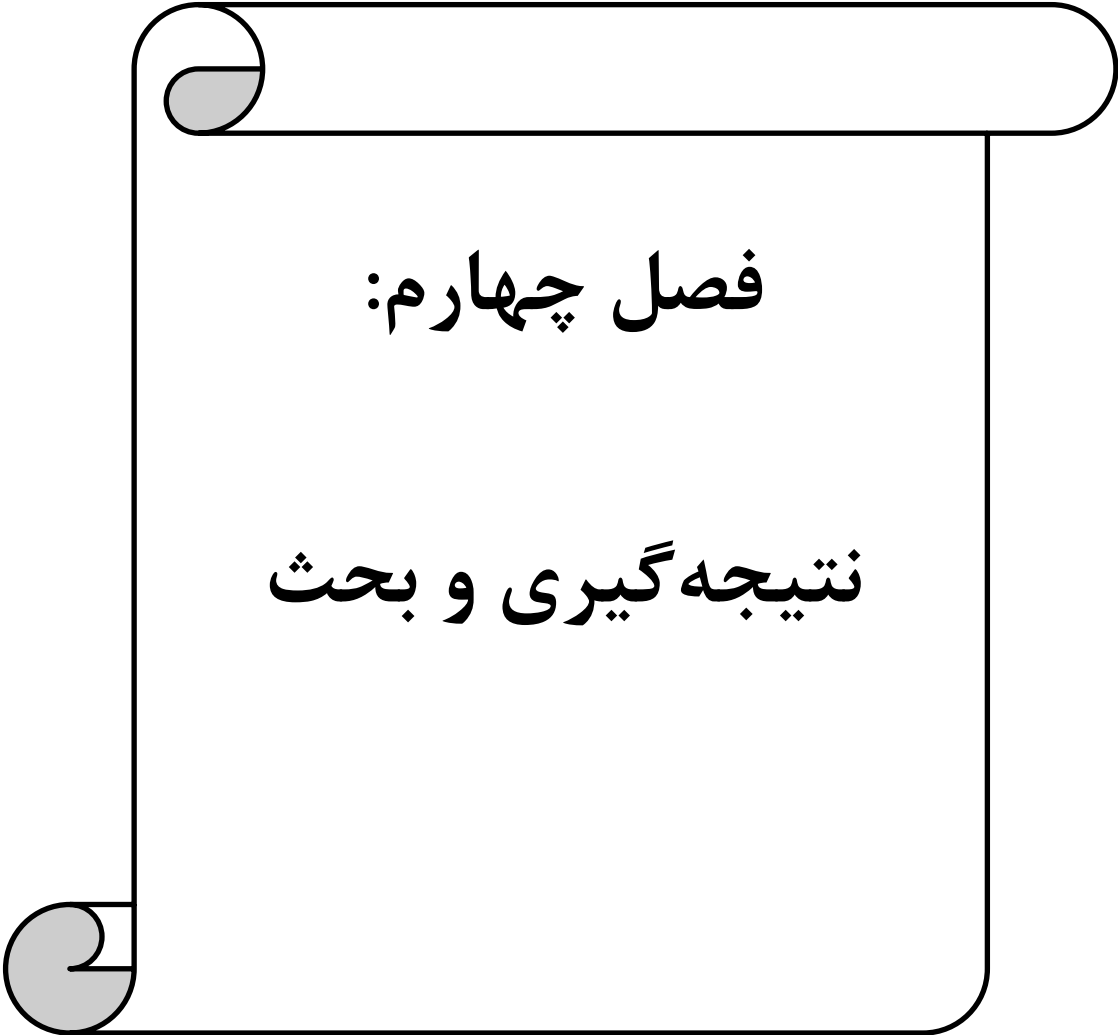
توزین گردید. سپس تعداد دانه در هر نمونه شمارش شده و بر عدد ۵ تقسیم می گردد. عدد بدست

آمده برابر با اونس هر نمونه بود (جوانشاه و همکاران، ۱۳۹۵).

۱۱- درصد مغز پسته (گرم مغز پسته در هر ۱۰۰ گرم دانه پسته)

۳-۶ تجزیه و تحلیل آماری

جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار MSTATC و برای رسم نمودار از برنامه Excel استفاده شد.



فصل چهارم:

نتیجه‌گیری و بحث

هدف از انجام این پژوهش این بود که آیا تیمارهای حلقه برداری و خمش می‌تواند روی برخی خصوصیات فیزیولوژی، زایشی و ریزش پسته اثرگذار باشد یا خیر. نتایج این بررسی در این فصل به تفصیل گزارش می‌شود.

۱-۴ نتایج سال ۱۳۹۹:

جدول ۱-۴ تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی پسته تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در سال ۱۳۹۹

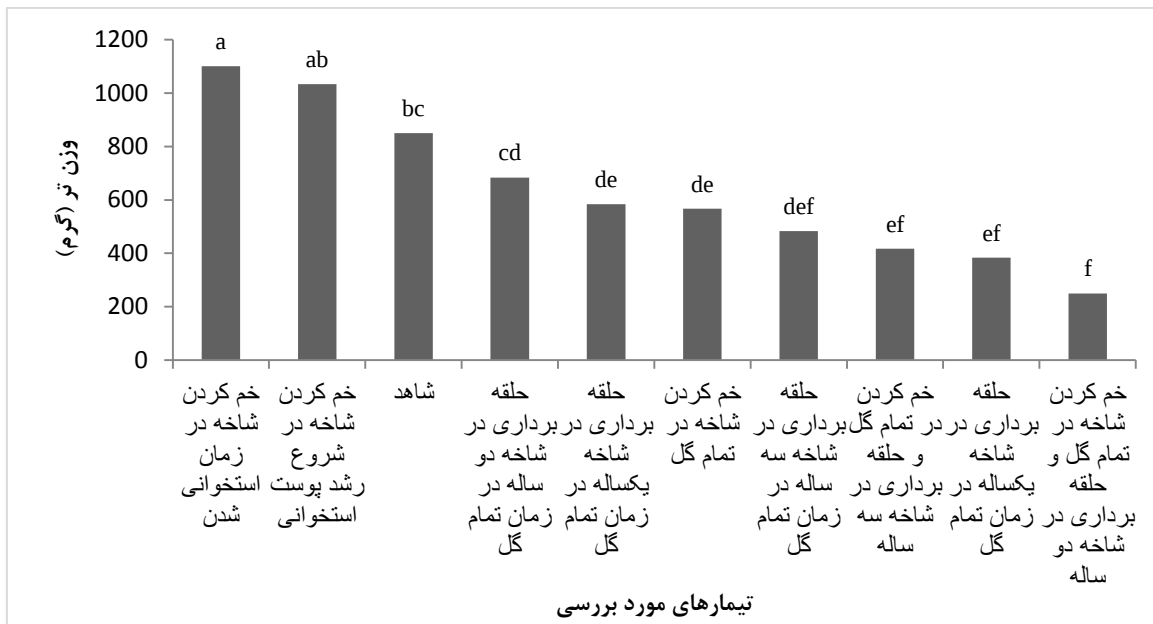
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		سطح برگ	وزن تر	وزن خشک	تعداد دانه باقی مانده	تعداد جوانه باقی مانده	تعداد دانه در اونس
بلوک	۲	۲۰۴۸۶۸۴۴۴/۱ ^{ns}	۷۵۰/۰۱ ^{ns}	۷۳۲/۴۳ ^{ns}	۲۸/۳۵ ^{ns}	۰/۶۳۳ ^{ns}	۰/۰۳۳ ^{ns}
تیمار	۹	۲۰۶۰۷۰۸۶۰۴/۳۲ ^{ns}	۲۳۷۶۷۵/۹۲ ^{**}	۳۴۱۶۷/۲۱ ^{**}	۷۸۹/۶۷ ^{**}	۱۳/۸۷ ^{**}	۰/۸۳۰ ^{**}
خطای آزمایشی	۱۸	۲۰۶۹۳۰۰۶۸/۰۱	۱۸۸۹۸/۱۴	۲۱۸۱/۵	۵۳/۳۳	۰/۷۸۱	۰/۲۱۹
CV (%)		۳۹/۳۴	۲۱/۶۵	۱۹/۹۹	۲۶/۲۴	۱۸/۲۴	۲/۲۱

جدول ۲-۴ تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی پسته تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در سال ۱۳۹۹

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		درصد مغز	پسته کور	پوکی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
بلوک	۲	۰/۲۳۳ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۲۸ ^{ns}	۳/۲۱ ^{ns}	۰/۰۷۳ ^{ns}
تیمار	۹	۱۱/۴۲ ^{**}	۰/۰۷۳ ^{**}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۴۷ ^{ns}	۳/۲۴ ^{ns}	۰/۰۹۳ ^{ns}
خطای آزمایشی	۱۸	۱/۲۷	۰/۰۰۲	۰/۰۴۷	۰/۰۳۳	۳/۲۷	۵/۰۴
CV (%)		۲/۲۲	۱۰/۴۰	۴۱/۳۸	۷/۰۹	۲۷/۰۶	۲۱

۱-۱-۴ وزن تر میوه

نتایج تجزیه واریانس وزن تر میوه پسته نشان داد که اثر تیمارها در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۱-۴). بنابراین تیمارهای مختلف تفاوت معناداری را روی وزن تر میوه پسته نشان دادند.



شکل ۴-۱ نمودار مقایسه میانگین تیمارها در وزن تر پسته

نتایج مقایسه میانگین تیمارها روی وزن تر نشان داد که اثر تیمار خم کردن شاخه در زمان استخوانی شدن بیشترین وزن تر و عملکرد را با ۱۱۰۰ گرم عملکرد در پسته ایجاد کرد و در سطح یک درصد به طور معنی داری با سایر تیمارها اختلاف داشت، ضمن اینکه با تیمار خم کردن شاخه در شروع رشد پوست استخوانی (۱۰۳۳ گرم) اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد نداشت و در یک گروه قرار گرفتند. از طرف دیگر خم کردن شاخه در تمام گل و توأم حلقه برداری حلقه برداری در شاخه دو ساله کمترین عملکرد و وزن تر را با تنها ۲۵۰ گرم ایجاد کرد. به نظر می رسد خم کردن شاخه های درختان در مراحل پایانی استخوانی شدن میوه می تواند تاثیر به سزایی در افزایش عملکرد داشته باشد. نور یکی از عوامل محیطی تاثیر گذار بر تولید و انباشت رنگیزه های فتوسنتزی به حساب می آید (بیران^۱، ۱۹۷۴). به نظر میرسد خم کردن شاخه ها ضمن افزایش دریافت میزان نور به گیاه باعث افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش میزان کربوهیدرات و انتقال به قسمت های زایشی گیاه می شود. کازرونیان و همکاران (۱۳۹۱) و کیتاس^۲ و همکاران (۲۰۰۵) نیز به این مسئله در مورد

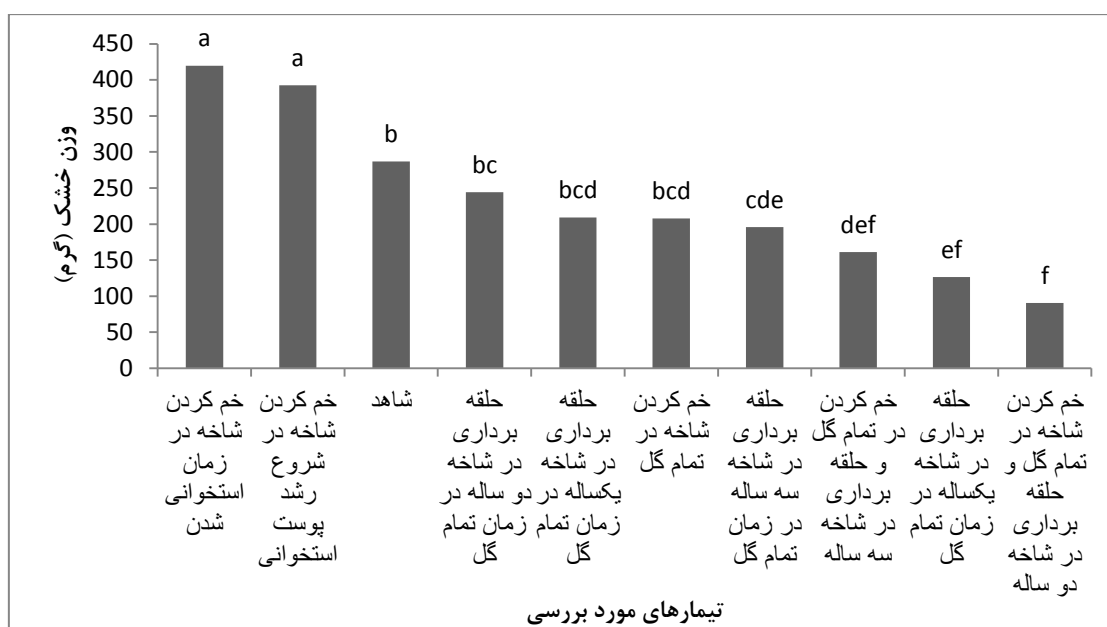
¹ Biran, I

² Kittas, C

مدیریت سایه سار در افزایش عملکرد گل رز اشاره کردند. در این آزمایش بر اساس نتایج به دست آمده تیمار حلقه برداری نتوانست باعث افزایش وزن تر پسته در مقایسه با شاهد شود به نظر می‌رسد حتی زمانی که تیمار خمشی روی شاخه اعمال شد حلقه برداری باعث کاهش وزن تر پسته شد.

۴-۱-۲ وزن خشک میوه

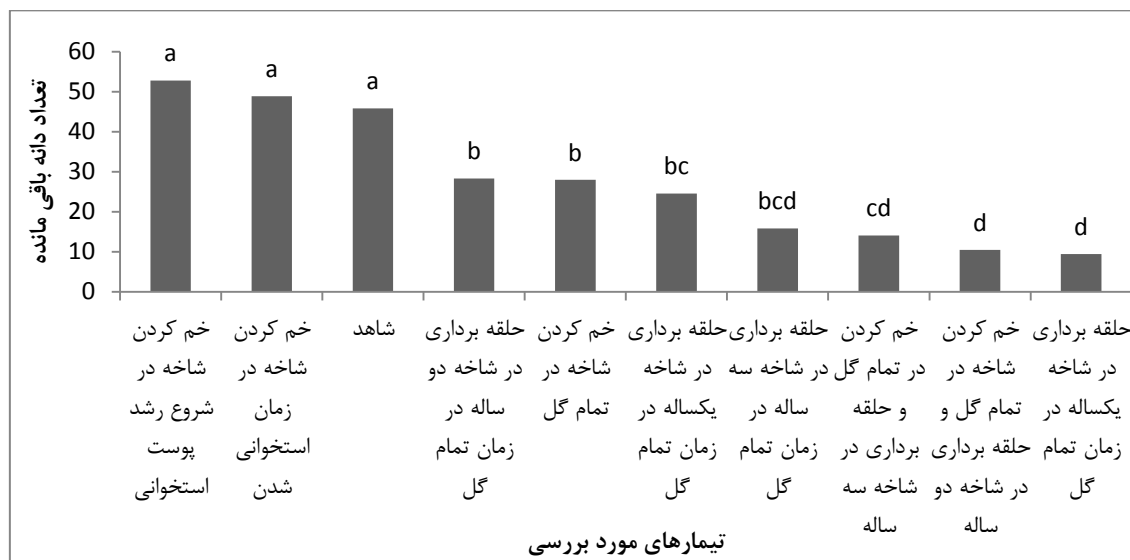
نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای حلقه برداری و خمشی بر وزن خشک میوه پسته در سطح احتمال یک درصد معنی شد (جدول ۴-۱).



شکل ۴-۲ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی وزن خشک پسته

نتایج مقایسه میانگین تیمارها روی وزن خشک نشان داد (شکل ۴-۲) تیمارهای خم کردن شاخه ها در زمان استخوانی شدن و شروع رشد پوست استخوانی به ترتیب بیشترین میزان وزن خشک پسته را به ترتیب با ۴۱۹ و ۳۹۲ گرم تولید کردند و اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد با سایر تیمار داشتند. همچون نتایج مقایسه میانگین وزن تر پسته خم کردن شاخه ها در تمام گل و حلقه برداری در شاخ دو ساله کمترین میزان وزن خشک پسته را دارا بود.

۳-۱-۴ تعداد دانه باقی مانده



شکل ۳-۴ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها در تعداد باقی مانده پسته

همانطور که در جدول ۱-۴ ملاحظه می شود نتایج تجزیه واریانس تیمارها روی تعداد دانه باقی مانده پسته در سطح یک درصد معنی دار شد. همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین تعداد دانه پسته (۵۲/۷۷) با تیمار خم کردن شاخه در شروع رشد استخوانی بدست آمد. همانطور که در نمودار دیده می شود این تیمار با تیمارهای خم کردن شاخه در زمان استخوانی شدن و شاهد اختلاف معنی داری را نشان نداد. همچنین تیمار حلقه برداری در شاخه یکساله در زمان تمام گل با ۹/۴۳ دانه کمترین میانگین را ثبت کرد (شکل ۳-۴). مطالعات پیشین نشان می دهد خمش شاخه و افزایش سایه سار افقی، ورود نور به درون سایه سار افزایش یافته، برگ های بیشتری در معرض نور قرار می گیرند که افزایش میزان نورساخت، جذب و انتقال بهتر فراورده های فتوسنتزی به سمت گل و میوه را به همراه دارد (دولتخواهی، ۱۳۹۰؛ زیئسلین^۱ و همکاران، ۱۹۷۵). از سوی دیگر مشخص شده است که خم کردن شاخه ها می تواند باعث کاهش رشد رویشی و افزایش گلدهی و در نتیجه افزایش تولید محصول و میوه شود (شوماخر^۲، ۱۹۸۹؛ ترومپ^۱، ۱۹۷۲). که این افزایش تولید میوه می تواند در

¹ Zieslin, N² Schumacher, R

نتیجه تغییر در توزیع و انتقال هورمون‌های گیاهی درون‌زا (بنگرز^۲، ۱۹۹۳) یا حساسیت هورمونی (سالیسبری^۳، ۱۹۹۳) و عملکرد کاتالیزوری تنظیم‌کننده‌های رشدی (زاکانی و نری، ۱۹۹۳) باشد. چنین عملی می‌تواند میزان اسید ایندول استیک (IAA) را در جوانه‌های جانبی کاهش دهد و باعث تشکیل جوانه‌های گل شود (ایتو^۴ و همکاران، ۲۰۰۱؛ وارینگ^۵، ۱۹۷۰) و همچنین می‌تواند از تولید جیبرلین‌ها جلوگیری کرده و از تولید جوانه‌های گل جلوگیری کند و مکان‌های دیگری را برای تشکیل گل ایجاد کند (فورشی^۶ و همکاران، ۱۹۹۲). بنابراین می‌توان گفت خم کردن شاخه‌ها در این آزمایش باعث تولید بیشتر گل و در نتیجه تعداد بیشتری میوه و دانه شده است.

۴-۱-۴ تعداد دانه در اونس

تعداد دانه در اونس عامل موثر در کیفیت محصول می‌باشد و کم بودن تعداد دانه در اونس، درشت بودن دانه پسته را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر این فاکتور نشانگر کیفیت ظاهری میوه می‌باشد. تحلیل نتایج تجزیه واریانس وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد را بین تیمارهای مورد بررسی روی این صفت نشان داد (جدول ۴-۱).

¹ Tromp, J

² Bangerth, F

³ Salisbury, FB

⁴ Ito, A

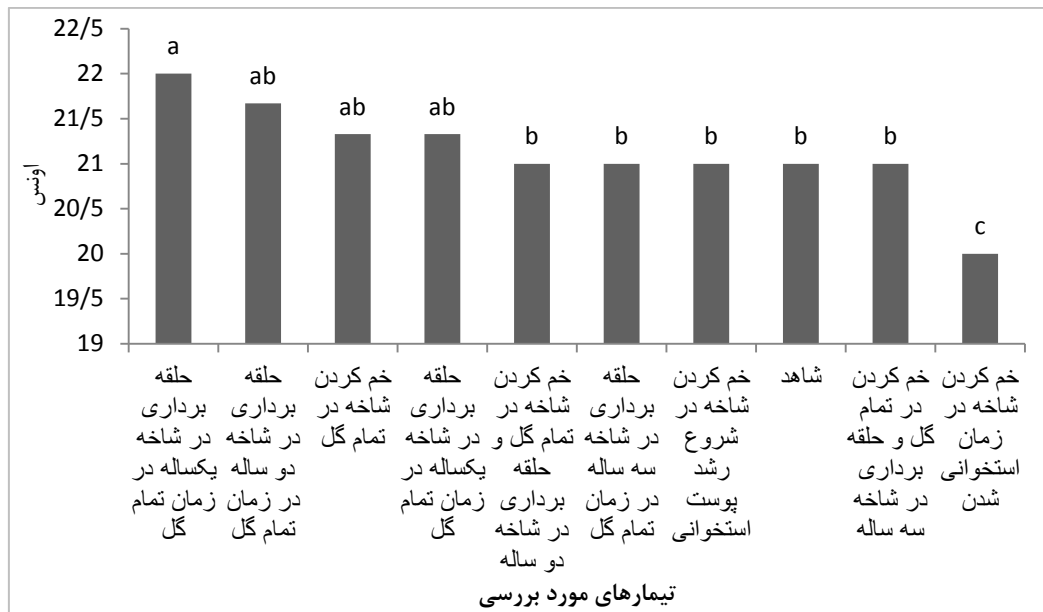
⁵ Wareing, P

⁶ Forshey, CG



همچنین نتایج مقایسه میانگین تعداد دانه در اونس پسته نشان داد بیشترین میانگین تعداد دانه در هر اونس را تیمار حلقه برداری در شاخه یکساله در زمان تمام گل (۲۲) دارد. همچنین اعمال کردن تیمار خم کردن شاخه در زمان استخوانی شدن کمترین تعداد دانه در هر اونس پسته (۲۰) را ایجاد می کند. (شکل ۴-۴). بنابراین باید گفت خمشی شاخه در زمان استخوانی شدن باعث تولید پسته های درشت تر نسبت به شاهد و سایر تیمارها شده است. همچنین حلقه برداری به خصوص روی شاخه های یکساله باعث ایجاد پسته های ریزتر میشد. انجام حلقه برداری شاخه ها باعث ایجاد یک سری تغییرات فیزیولوژیکی بالای حلقه شده است، مانند کاهش رشد، تجمع کربوهیدرات ها یا سایر مواد آلی، و بر میزان خالص فتوسنتز (PN) و تعادل هورمونی شاخه ها نیز تأثیر گذاشت و بدین ترتیب موجب افزایش تعداد دانه های پسته در هر اونس شد. این نتایج به دست آمده با نتایج گلدزشمبیت و هابر، ۱۹۹۲؛ هارتمن و همکاران ۲۰۰۲؛ گورن^۱ و همکاران، ۲۰۰۳ و وموس و همکاران، ۲۰۱۲ مطابقت دارد.

¹ Goren, R

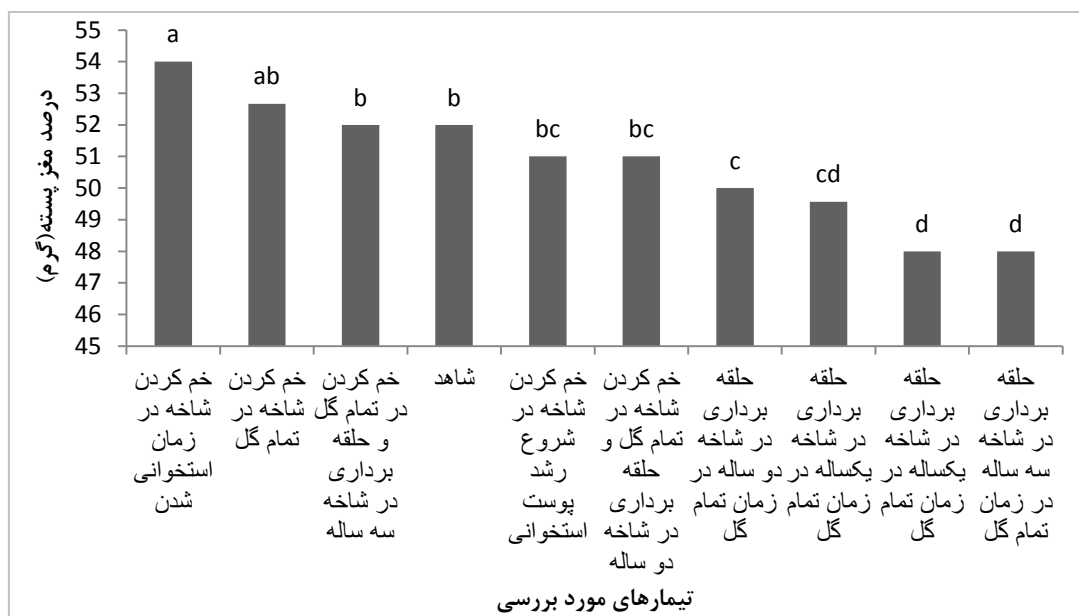


شکل ۴-۴ مقایسه میانگین اثر تیمارها بر اونس پسته

۴-۱-۵ درصد مغز

یکی دیگر از خصوصیات کیفی پسته بررسی درصد مغز پسته می‌باشد. هر چه میزان درصد مغز بیشتر باشد نسبت مغز به پوست نیز بیشتر می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر درصد مغز پسته در این بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲). نتایج مقایسه میانگین هم نشان داد تیمار خم کردن شاخه در زمان استخوانی شدن بیشترین میزان درصد مغز را با ۵۴ گرم مغز پسته ایجاد کرد و به همراه تیمار خم کردن شاخه در تمام گل (۵۲/۶۷ گرم) اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها و شاهد ایجاد کردند. همچنین تیمارهای حلقه برداری روی شاخه‌های یکساله و سه ساله در زمان تمام گل کمترین میزان درصد مغز (۴۸ گرم) را داشتند (شکل ۴-۵). به نظر می‌رسد افزایش کربوهیدرات و تغذیه دانه و در نتیجه کاهش رقابت بین دانه‌های پسته باعث پرت‌تر شدن و مغز کامل‌تر در شاخه‌های خم شده گردیده است (کرین و نیلسون^۱، ۱۹۷۲).

¹ Crane, JC., Nelson, MM



شکل ۴-۵ مقایسه میانگین اثر تیمارها روی درصد مغز پسته

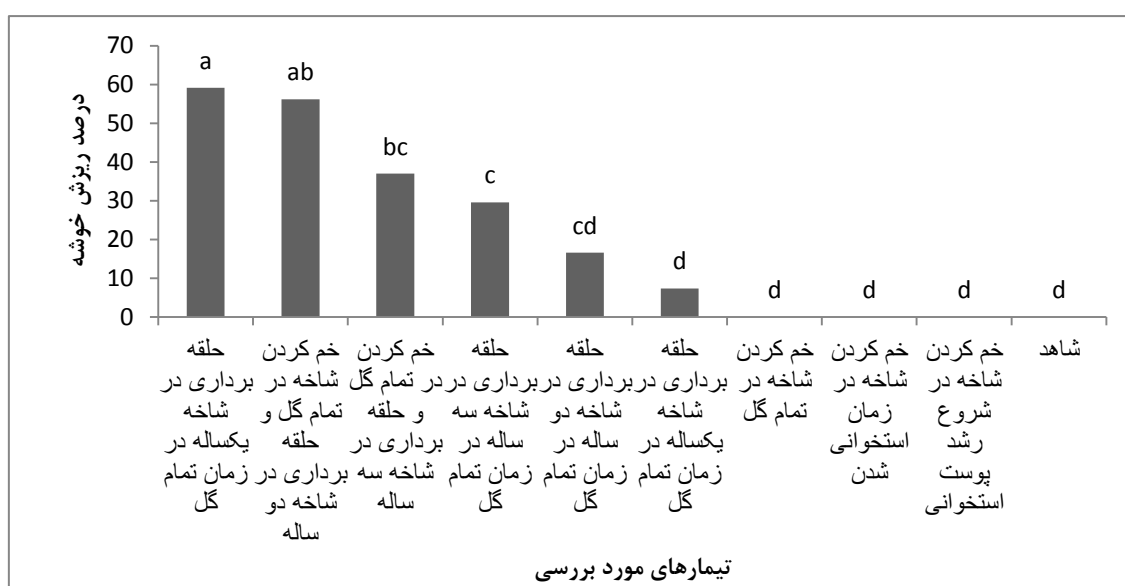
فرگوسن و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که نسبت مغز به پوست بادام در شاخه‌هایی که از تیمار خمش استفاده شده بود نسبت به تیمار کنترل افزایش چشمگیری داشتند.

۴-۱-۶ درصد ریزش خوشه‌ها

همانطور که در جدول ۴-۱ ملاحظه می‌شود اعمال تیمارها روی درصد ریزش خوشه در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد اعمال تیمار حلقه برداری در شاخه یکساله در زمان تمام گل به طور معنی‌داری در سطح یک درصد نسبت به سایر تیمارها بالاترین درصد ریزش را با ۵۹ درصد باعث شد. همچنین تیمار خم کردن شاخه در تمام گل و حلقه برداری در شاخه دو ساله نیز در رتبه بعدی با ۵۴ درصد قرار گرفت (شکل ۴-۶). از سوی دیگر در تیمار شاهد و تیمارهایی که به تنهایی خم کردن شاخه اعمال شد هیچ خوشه‌ای ریزش نکرد و درصد ریزش در آن‌ها صفر گزارش گردید. به نظر می‌رسد خم کردن شاخه‌ها با ایجاد یک الگوی نوری مناسب برای گیاه باعث افزایش فتوسنتز گیاه شده و مواد آلی بیشتری به سمت خوشه‌ها روانه شده که مانع ریزش آن‌ها شده است. بنابراین باید گفت خمش شاخه باعث افزایش فتوسنتز و در نتیجه

کربوهیدرات می‌شود و می‌تواند با برطرف کردن نیازهای کربوهیدراتی خوشه‌های پسته از ریزش آن‌ها ممانعت نماید.

خمش هم چنین می‌تواند باعث کندی حرکت شیره پرورده و مواد آسمیلات از اندام بالای به سمت اندام‌های پایین تر و ریشه‌ها شده و غلظت کربوهیدرات در آوندهای اطراف میوه‌ها افزایش یابد و به افزایش کیفیت و کمیت محصول می‌انجامد (گزنالس، ۲۰۰۱).

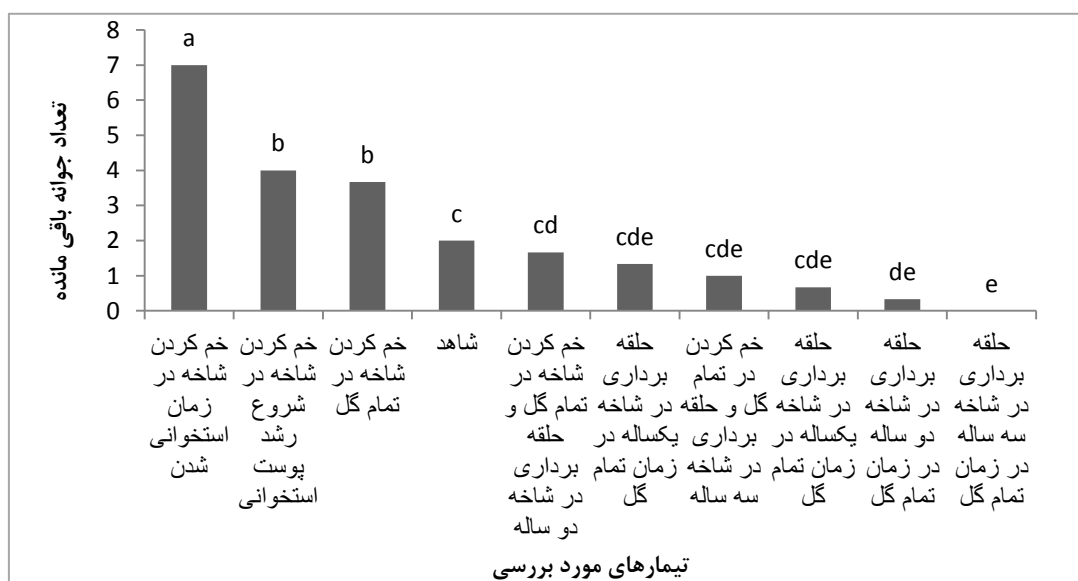


شکل ۴-۶ نمودار مقایسه میانگین تیمارها روی درصد ریزش خوشه پسته

۷-۱-۴ تعداد جوانه باقی مانده

نتایج تجزیه واریانس تعداد جوانه باقی مانده پسته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۱) و بیانگر آن بود که اعمال تیمارها روی درختان پسته می‌تواند روی تعداد جوانه باقی مانده اختلاف معنی‌داری ایجاد کند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که که اعمال تیمار خم کردن شاخه‌ها در زمان استخوانی شدن می‌تواند بیشترین تعداد جوانه (۷ جوانه) را در شاخه نگه دارد و میزان ریزش را به میزان چشمگیر و معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها کاهش دهد. همچنین تیمارهای خم کردن

شاخه در شروع رشد پوست استخوانی و در زمان گلدهی کامل نیز می تواند نسبت به سایر تیمارها تعداد بیشتری جوانه را باقی گذاشت (به ترتیب ۴ و ۳/۶۶۷ جوانه). تربیت و هرس درختان پسته نقش زیادی در کنترل ریزش جوانه گل دارد که البته زیاد مورد توجه باغداران نیست (بد و فرگوسن^۱، ۲۰۱۵). با وجود اینکه تربیت جامی یا مرکز باز برای پسته معرفی شده است، در مناطقی از ایران مانند کرمان باغداران حتی شاخه های دارای جوانه که در نقاط کور و نامناسب درخت قرار دارند و حتی اگر آلوده باشند را هم حذف نمی کنند. به همین دلیل این شاخه های حذف نشده کربوهیدرات زیادی را به سمت خود می کشند که باعث ریزش جوانه در سال آینده می شود. در تیمار خم کردن شاخه ها که روشی است که به جای هرس نیز به کار می رود می تواند یکی از دلایل کاهش ریزش نسبت به تیمار شاهد و حلقه برداری باشد. همانطور که در فصل دوم گفته شد نقش کربوهیدرات ها در ریزش جوانه های گل به طور گسترده ای بررسی شده است.



شکل ۴-۷ نمودار مقایسه میانگین تیمارها روی تعداد جوانه باقی مانده پسته

همانطور که در نمودار مقایسه میانگین ملاحظه می شود اعمال تیمارهای حلقه برداری روی شاخه ها باعث ریزش بیشتری از جوانه ها نسبت به تیمار شاهد و خم کردن شاخه ها شد. تیمار حلقه-

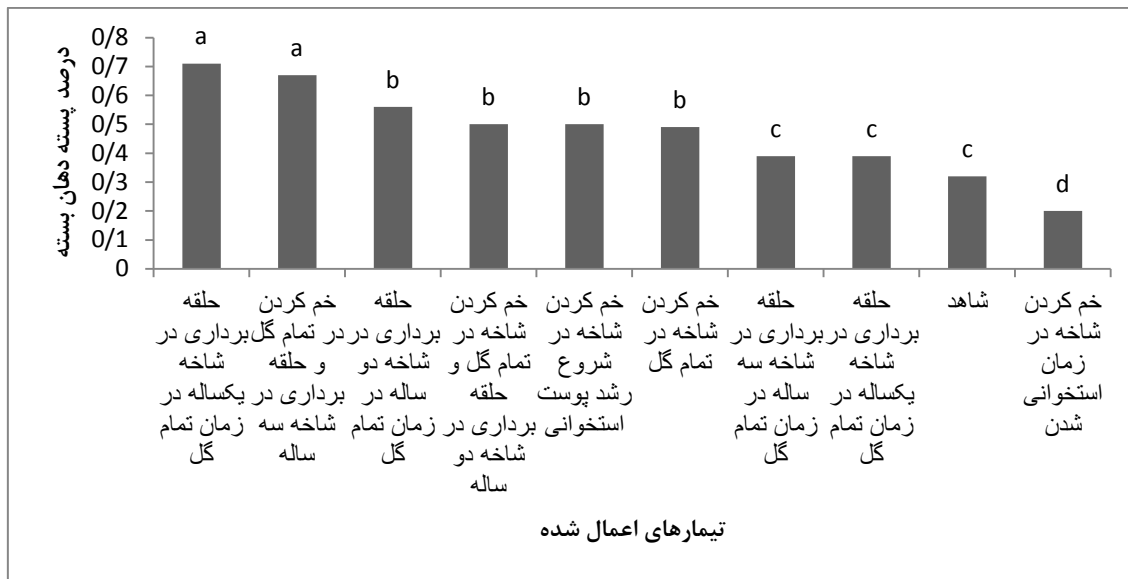
¹ Beede, RH., Ferguson, L

برداری در شاخه سه ساله در زمان گلدهی کامل نتوانست مانع ریزش جوانه ها شده و هیچ جوانه‌ای را روی شاخه باقی نگذاشت و در پایین ترین رتبه قرار گرفت که با نتایج طلایی و همکاران (۲۰۱۰) تفاوت دارد.

۸-۱-۴ درصد پسته دهان بسته (کور)

خندانی پسته به رشد مغز پسته و گسترش مغز در پوست استخوانی مربوط است. مغز پسته پس از کامل شدن رشد و پر شدن، با ایجاد فشار فیزیکی به پوست استخوانی منجر به خندانی پسته می‌گردد.

همانطور که در جدول ۲-۴ مشاهده شد نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارها روی درصد کوری پسته در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری را نشان داد. نتایج مقایسه میانگین تیمارهای مورد بررسی نشان داد بیشترین درصد پسته دهان بسته به طور معنی داری مربوط به تیمارهای حلقه برداری در شاخه یکساله در زمان تمام گل و خم کردن در تمام گل و حلقه برداری در شاخه سه ساله به ترتیب با ۷۱ و ۶۷ درصد می‌باشند. همچنین تیمار خم کردن شاخه در زمان استخوانی شدن کمترین میزان پسته دهان بسته را با تنها ۲۰ درصد داشت. همانطور که گفته شد خم کردن شاخه باعث کاهش رقابت تغذیه ای دانه‌ها و در نتیجه رشد کامل مغز پسته شده که منجر به خندانی پسته می‌شود. همانطور که در نتایج ملاحظه می شود اعمال تیمارهای حلقه برداری باعث افزایش درصد پسته‌های دهان بسته نسبت به تیمار شاهد شد.



شکل ۴-۸ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی درصد پسته دهان بسته

۹-۱-۴ غلظت عناصر

همانطور که در جدول ۴-۲ ملاحظه می شود نتایج تجزیه واریانس اثر خم شاخه و حلقه برداری روی غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و بور در برگ پسته در این پروژه اختلاف معنی داری را نشان نداد. این گونه به نظر می رسد که در جذب عناصر غذایی و به دنبال آن غلظت عناصر در برگ، این دو تیمار تاثیر گذار نبوده و در مطالعه حاضر یکسان بوده است.

۴-۲ نتایج سال ۱۳۹۸:

جدول ۴-۳ تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی پسته تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در سال ۱۳۹۸

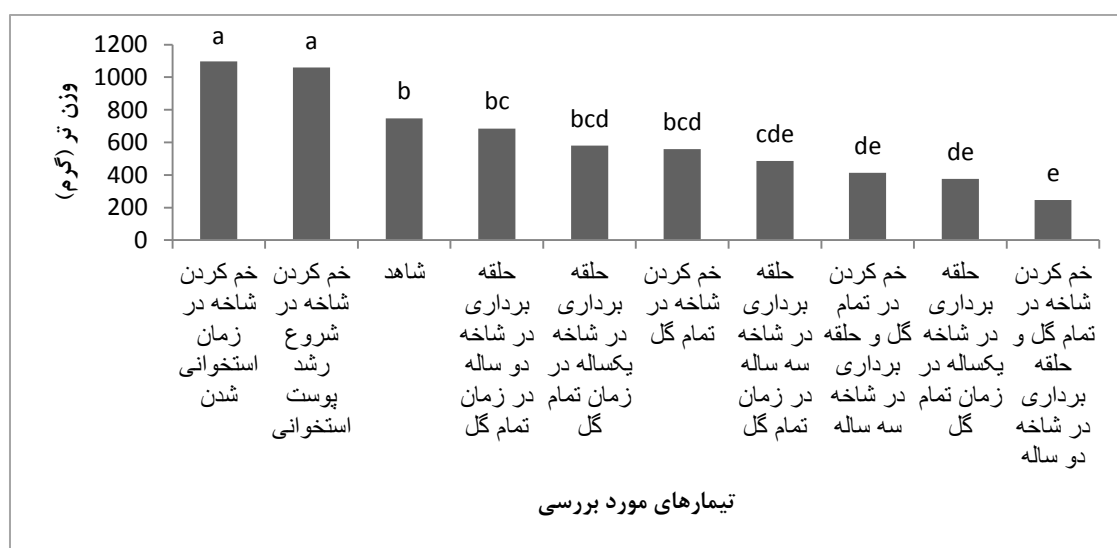
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		سطح برگ	وزن تر	وزن خشک	تعداد دانه باقی مانده	تعداد جوانه باقی مانده	تعداد دانه در اونس
بلوک	۲	۳۶۰۲۹۳۸۱۸/۳ ^{ns}	۶۷۹۳/۶۳ ^{ns}	۲۴۱۳/۲۳ ^{ns}	۲۰/۹۶ ^{ns}	۱/۷۳ ^{ns}	۰/۲۳۳ ^{ns}
تیمار	۹	۲۶۸۶۱۱۴۰۵/۵ ^{ns}	۲۳۵۰۴۱/۷ ^{**}	۳۵۰۰/۶ ^{**}	۸۰۸/۴۶ ^{**}	۱۵/۳۳ ^{**}	۱/۵۸ ^{ns}
خطای آزمایشی	۱۸	۸۲۷۳۹۵۶۲۵/۰۱	۲۲۱۶۸/۱۵	۲۲۷۵/۰۸	۶۰/۴۷	۱/۱۰	۱/۰۱۱
CV (%)		۳۹/۳۴	۲۱/۶۵	۲۰/۷	۲۷/۴۶	۲۸/۲۴	۴/۸

جدول ۴-۴ تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی پسته تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در سال ۱۳۹۸

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		درصد مغز	پسته کور	پوکی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم
بلوک	۲	۴/۶۳۳ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۱۵ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۶۴ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}
تیمار	۹	۱۴/۷۵ ^{**}	۰/۰۷۶ ^{**}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۳۵ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۰۴۹ ^{ns}
خطای آزمایشی	۱۸	۲/۶۷	۰/۰۰۳	۰/۰۴۷	۰/۰۳۶	۰/۰۰۷	۰/۱۱	۰/۰۳۰
CV (%)		۳/۲۱	۱۱/۰۴	۴۱/۳۸	۷/۵۵	۲۴/۱۷	۲۴/۱۳	۱۹

۴-۲-۱ وزن تر میوه

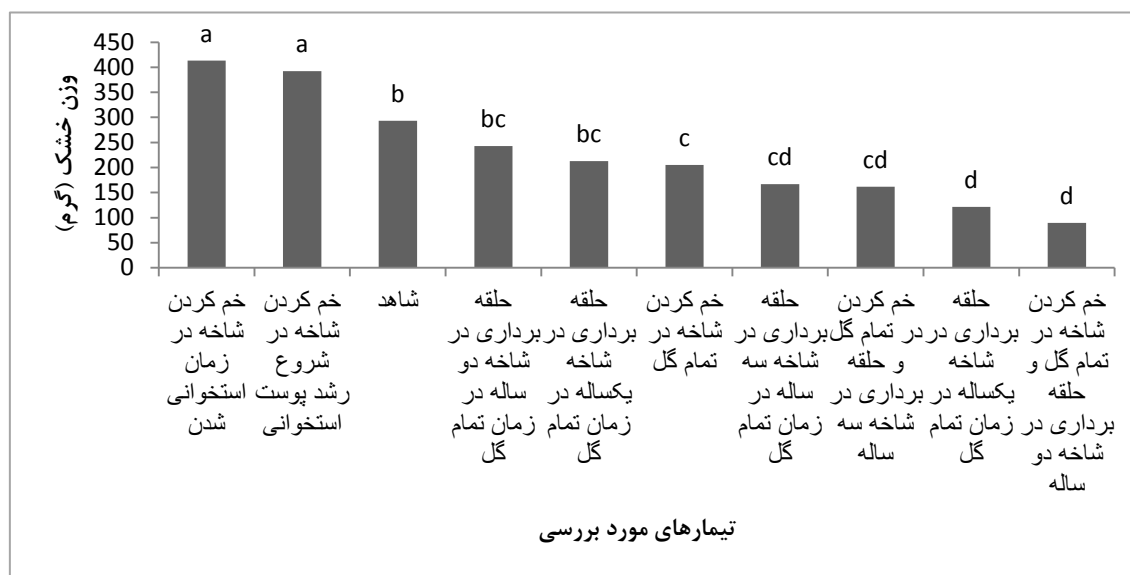
نتایج تجزیه واریانس تاثیر تیمارها بر وزن تر میوه پسته نشان داد اثر تیمارها در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۳). نتایج مقایسه میانگین ها در شکل ۴-۹ آمده است. همانطور که در نمودار ملاحظه می شود تیمارهای خم کردن شاخه در زمان استخوانی شدن و خم کردن شاخه در شروع رشد پوست استخوانی به ترتیب با ۱۰۹۷ و ۱۰۵۹ گرم بیشترین وزن تر را دارا بودند و به طور معنی داری در سطح احتمال پنج درصد با سایر تیمارها اختلاف داشتند. تیمار شاهد نیز با ۷۴۶ گرم در رتبه بعدی قرار گرفت. همچنین اعمال تیمارهای حلقه برداری در رتبه های بعدی قرار گرفتند و تیمار خم کردن شاخه در تمام گل و حلقه برداری در شاخه دو ساله کمترین اثر را روی وزن تر پسته با ۲۴۶ گرم داشت.



شکل ۴-۹ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی وزن تر میوه پسته

۲-۲-۴ وزن خشک میوه

اثر تیمارهای خم کردن شاخه ها و حلقه برداری بر وزن خشک میوه پسته در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۳-۴). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد اثر خم کردن شاخه در زمان استخوانی شدن و تیمار خم کردن شاخه در شروع رشد پوست استخوانی با ۴۱۳ و ۳۹۲ گرم بیشترین وزن خشک را تولید کرد. همچنین تیمار شاهد با ۲۹۳ گرم در رتبه بعدی قرار گرفت. خم کردن شاخه در تمام گل و حلقه برداری در شاخه دو ساله به طور همزمان با ۸۹ گرم کمترین وزن خشک را ایجاد کرد و در رتبه آخر قرار گرفت (شکل ۴-۱۰).

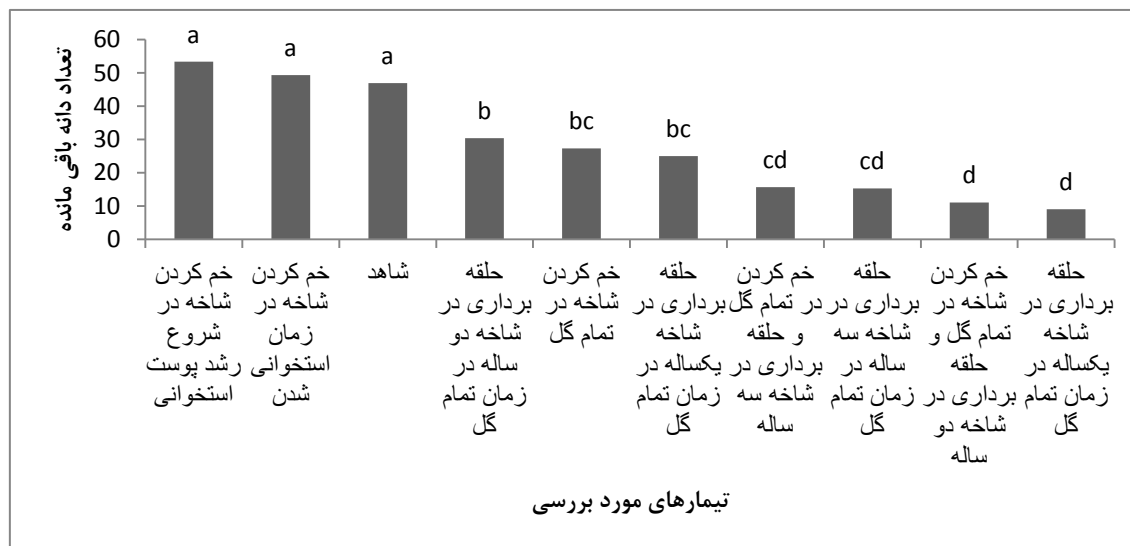


شکل ۴-۱۰ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی وزن خشک میوه پسته

۲-۲-۳ تعداد دانه باقی مانده

همانطور که در جدول ۳-۴ مشاهده می شود تاثیر تیمارها در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد و تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی داری نشان دادند. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نیز نشان داد همچون سال ۹۹ تیمارهای خم کردن شاخه در شروع رشد پوست استخوانی، خم کردن شاخه در زمان استخوانی شدن و تیمار شاهد بیشترین تعداد دانه (به ترتیب ۵۳/۳۳، ۴۹/۳۳ و ۴۶/۸۷) را داشتند و با سایر تیمارها اختلاف معنی داری را نشان دادند.

همچنین تیمار حلقه برداری در شاخه یکساله در زمان تمام گل با میانگین ۹/۰۶ دانه در رتبه آخر قرار گرفت (شکل ۴-۱۱).

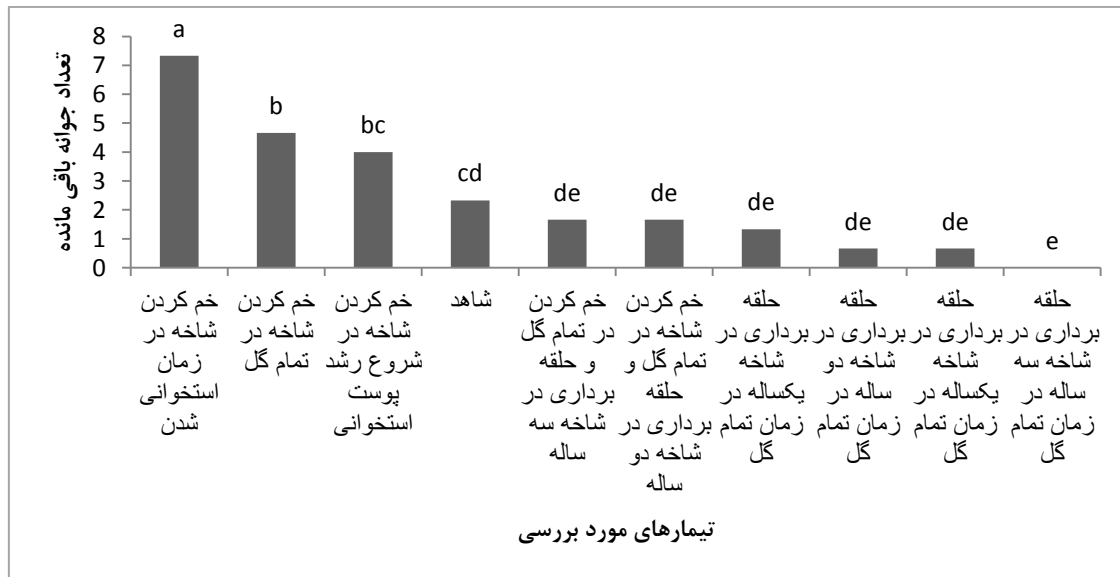


شکل ۴-۱۱ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی تعداد دانه باقی مانده پسته

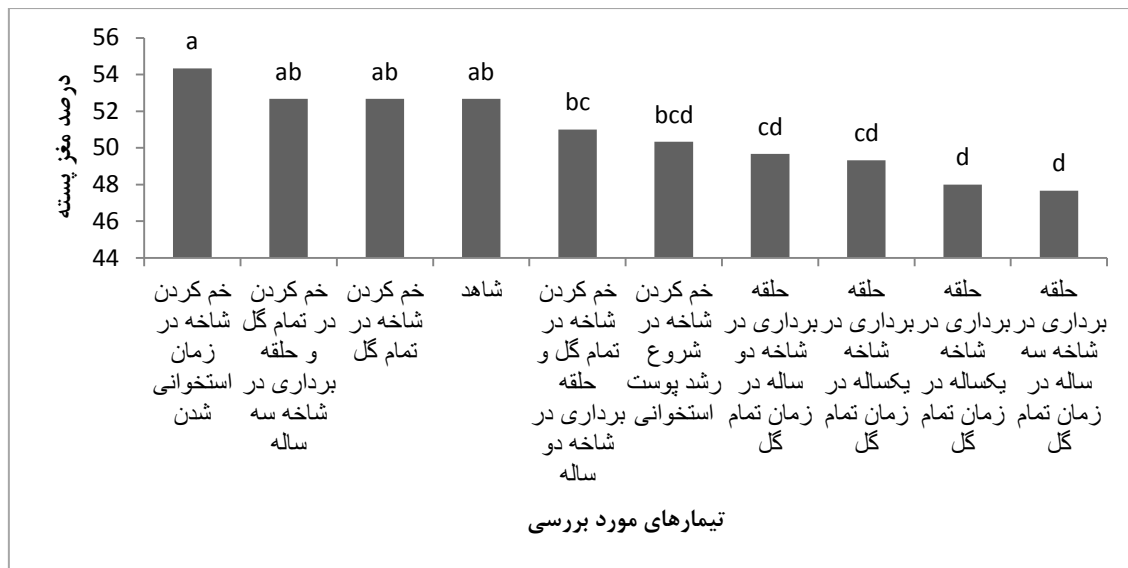
اثر تیمارهای مورد بررسی روی تعداد جوانه باقی مانده پسته در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری را نشان دادند (جدول ۴-۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمار خم کردن شاخه در زمان استخوانی شدن بیشترین تعداد جوانه در خوشه (۷/۳۳) را دارا بود و اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت و کمترین ریزش جوانه را ثبت کرد. همچنین تیمار خم کردن شاخه در تمام گل با ۴/۶۶ جوانه در رتبه بعدی قرار داشت. تیمار حلقه برداری در شاخه سه ساله در زمان تمام گل نیز با ریزش تمامی جوانه‌ها در رتبه آخر قرار گرفت و تمامی جوانه های روی شاخه را از دست داد (شکل ۴-۱۲).

البته همانطور که در شکل ۴-۱۳ ملاحظه می‌شود این تیمار با تیمارهای خم کردن در تمام گل با تیمارهای حلقه برداری در شاخه سه ساله، خم کردن شاخه در تمام گل و شاهد در یک گروه قرار گرفت و اختلاف معنی داری را نشان نداد. تیمارهای حلقه برداری نیز در رتبه های بعدی قرار گرفتند و

نسبت به شاهد میزان درصد مغز کمتری را نشان دادند. تیمار حلقه برداری در شاخه سه ساله در زمان تمام گل نیز در رتبه آخر با ۴۳/۶۷ گرم قرار گرفت (شکل ۴-۱۳).



شکل ۴-۱۲ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی تعداد جوانه باقی مانده بسته

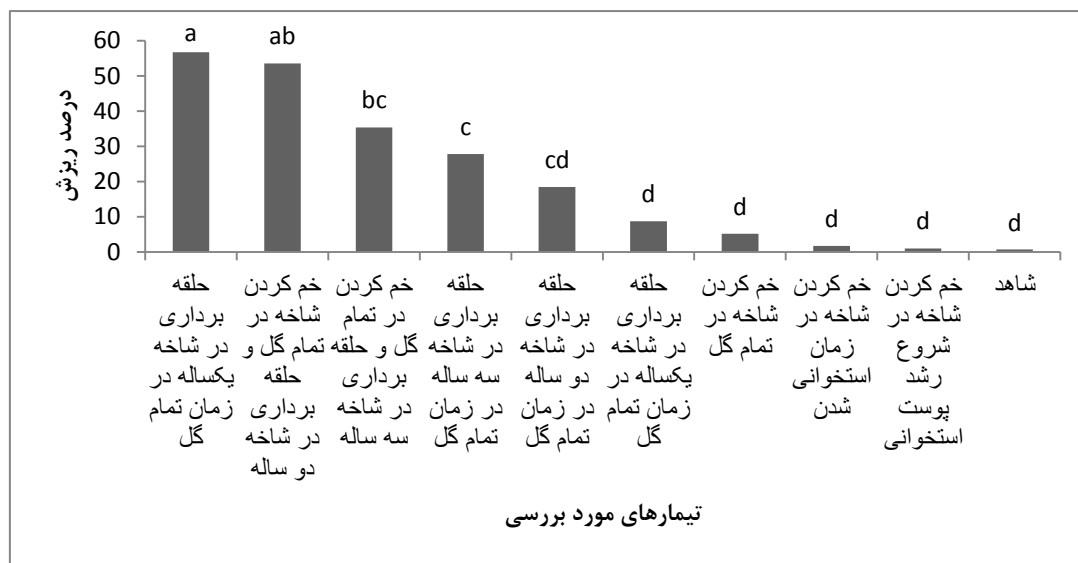


شکل ۴-۱۳ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی درصد مغز پسته

۴-۲-۵ درصد ریزش خوشه

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر درصد ریزش خوشه‌ها در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۴-۳). همانطور که در شکل ۴-۱۴ مشاهده می‌شود در تیمار حلقه برداری در شاخه یکساله در زمان تمام گل و همچنین تیمار خم کردن شاخه در تمام گل و حلقه برداری در شاخه دو ساله بالاترین درصد ریزش خوشه به ترتیب با ۵۶ و ۵۳ درصد ایجاد شد. همچون نتایج ریزش خوشه‌ها در سال ۱۳۹۹ در اینجا نیز اعمال تیمارهای شاهد و خم کردن شاخه‌ها به تنهایی پایین‌ترین درصد ریزش خوشه‌ها را به ثبت رساند.

از این نتایج می‌توان نتیجه گرفت که به نظر می‌رسد اعمال تیمار حلقه‌برداری باعث افزایش ریزش خوشه‌های پسته می‌شود.

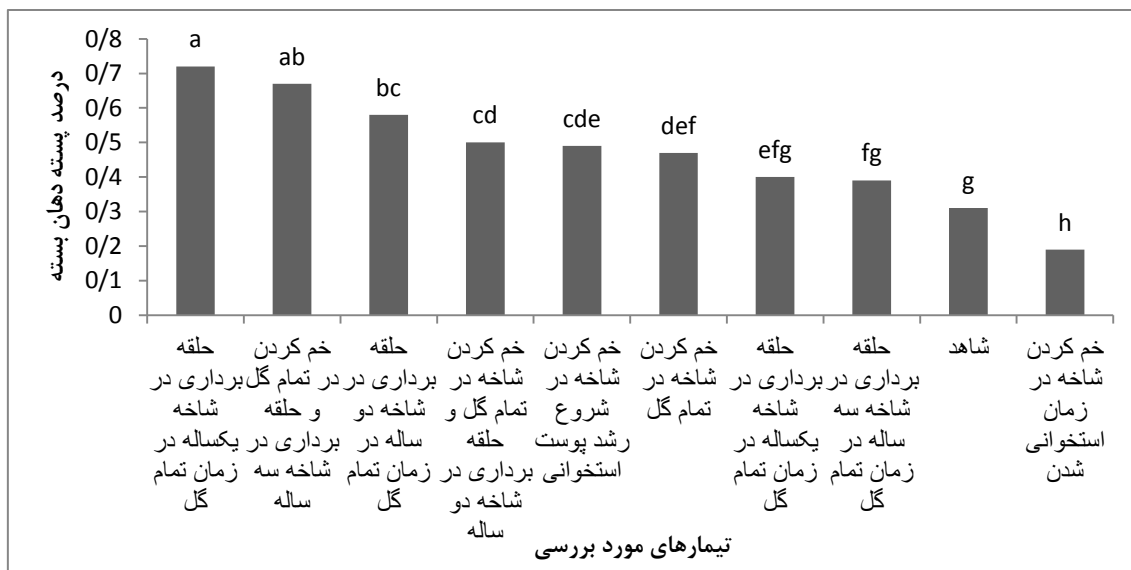


شکل ۴-۱۴ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی درصد ریزش خوشه‌های پسته

۴-۲-۶ درصد پسته دهان بسته

همانطور که در جدول ۴-۴ مشاهده می‌شود نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر درصد پسته دهان بسته در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نیز نشان

داد حلقه برداری در شاخه یکساله در زمان تمام گل بیشترین درصد پسته دهان بسته را با ۷۲ درصد ایجاد کرد. همچنین اعمال همزمان خم کردن در تمام گل و حلقه برداری در شاخه سه ساله نیز با ۶۷ درصد پسته کور در رتبه بعدی قرار گرفت. از سوی دیگر تیمار خم کردن شاخه در زمان استخوانی شدن کمترین درصد پسته دهان بسته را با ۱۹ درصد ایجاد کرد (شکل ۴-۱۵).



شکل ۴-۱۵ نمودار مقایسه میانگین اثر تیمارها روی درصد پسته دهان بسته

۴-۳ نتیجه‌گیری کلی و بحث

نتایج این پژوهش که با هدف بررسی اثر حلقه‌برداری و خمش پسته در مراحل فیزیولوژیکی مختلف پسته و روی شاخه‌های یکساله و دو ساله انجام شد نشان داد در تیمار خم کردن شاخه‌ها در زمان استخوانی شدن بیشترین وزن تر، وزن خشک، تعداد مغز، تعداد جوانه باقی مانده، اونس، درصد مغز بدست آمد. همچنین تیمارهای حلقه‌برداری در این صفات از تیمار شاهد مقدار کمتری را نشان دادند. از طرفی کمترین میزان پسته دهان بسته در تیمارهای خم کردن شاخه و شاهد مشاهده شد. ضمناً اثر تیمارها بر میزان عناصر (N، P، K، Ca و B)، سطح برگ و پوکی پسته اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان ندادند.

پژوهش حاضر به نوعی با توجه به بررسی مقالات صورت گرفته اولین تحقیق در زمینه تاثیر تیمار خم کردن شاخه روی پسته بود که نتایج موفق و مثبتی را به همراه داشت. محققین بر این باورند که شاخه‌های خم شده با گسترش برگ‌ها در فضای بین ردیف‌ها و در نتیجه افزایش تعداد برگ‌های دریافت کننده نور و در نهایت تولید و انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به سمت جوانه‌های در رشد، امکان رشد و نمو سریع آن‌ها را فراهم می‌آورند. همچنین این افزایش می‌تواند ناشی از اثر تحریک کنندگی خمش شاخه در جوانه‌های زیر محل خمش شاخه باشد. این اثر ممکن است از طریق تجمع هورمون-ها، بخصوص سیتوکینین و به دنبال آن حرکت مواد غذایی به سمت این جوانه‌ها باشد. معلوم شده است قبل از جوانه‌زنی مقدار بالای سیتوکینین در بافت‌های در حال تکثیر این جوانه‌ها تجمع می‌یابد (زیسلین و خیاط، ۱۹۸۳)

از سوی دیگر خم کردن شاخه‌ها می‌تواند باعث کاهش رشد رویشی و افزایش گلدهی و در نتیجه افزایش تولید محصول و میوه شود. که این افزایش تولید میوه می‌تواند در نتیجه تغیر در توزیع و انتقال هورمون‌های گیاهی درون‌زا و شیره پرورده به نفع اندام زایشی و عملکرد کاتالیزوری تنظیم-کننده‌های رشدی باشد. چنین عملی می‌تواند میزان اسید ایندول استیک را در جوانه‌های جانبی کاهش دهد و باعث تشکیل جوانه‌های گل شود و همچنین می‌تواند از تولید جیبرلین‌ها جلوگیری کرده و از تولید جوانه‌های گل جلوگیری کند و مکان‌های دیگری را برای تشکیل گل ایجاد کند. بنابراین می‌توان گفت خم کردن شاخه‌ها در این آزمایش باعث تولید بیشتر گل و در نتیجه تعداد بیشتری میوه و دانه شده است.

همچنین نتایج صفات مورد بررسی در این پژوهش تحت تاثیر تیمارهای حلقه‌برداری منفی بوده و حتی از تیمار شاهد نتایج کمتری را نشان دادند که با نتایج سایر محققین که در این زمینه تحقیق انجام داده بودند مطابقت نداشت (بانی نسب، ۲۰۰۵، طلایی، ۲۰۰۶). البته نتایج حاضر با نتایج وموس (۲۰۰۵) که نشان داد حلقه برداری شاخه پسته در حد فاصل میوه‌های در حال رشد و جوانه‌های گل در حال نمو بر درصد پوکی، میانگین وزن مغز پسته و درصد خندانی اثر معناداری نداشته و حتی در

برخی صفات دیگر نیز از تیمار شاهد کمتر بود مطابقت دارد. به نظر می‌رسد که احتمالاً حلقه برداری با تجمع هورمون اکسین و تجمع مواد غذایی باعث اثر منفی گشته است. همچنین با توجه به اینکه صفات میوه تحت تاثیر حلقه برداری قرار نگرفته است، می‌توان نتیجه گرفت که قدرت جذب مواد غذایی و ذخیره‌ای توسط مغز در حال رشد میوه پسته به قدری بالاست که این میوه‌ها می‌توانند مواد مورد نیاز خود را از شاخه‌های مجاور تامین کنند. از سوی دیگر شاید بتوان گفت حلقه برداری و ایجاد زخم در پسته نوعی تنش و استرس به شاخه وارد می‌کند و این تنش سبب تولید بازدارنده‌های رشد از جمله اتیلن و اسید آبسزیک می‌شوند که افزایش این دو بازدارنده‌ی رشدی با از دست دادن کلروفیل همراه است (تایز و زایگر، ۱۳۷۸) که در نتیجه باعث کاهش فتوسنتز و رشد در میوه‌ها می‌شود. به نظر می‌رسد که در جذب عناصر غذایی و به دنبال آن غلظت عناصر در برگ، این دو تیمار تاثیر گذار نبوده و در مطالعه حاضر یکسان بوده است.

۴-۴ پیشنهادات

- ۱- ادامه پروژه در سال‌های بعد و به خصوص سال‌های کم‌آور (خاموش) به جهت بررسی دقیق‌تر اثر حلقه برداری و خمش روی سال‌آوری پسته
- ۲- انجام پروژه روی ارقام دیگر پسته
- ۳- بررسی اثر تیمارهای خمش و حلقه برداری روی برخی صفات فیزیولوژیکی و بیولوژیکی پسته مانند سرعت ریزش جوانه و میوه پسته، میزان کربوهیدرات، کلروفیل برگ و فتوسنتز، میزان سطوح هورمون‌های گیاهی
- ۴- بررسی اثر خمش و حلقه برداری روی شاخه‌های دیگر درختان پسته از نظر سن و مرحله رشدی

منابع:

- ابریشمی، م.ح (۱۳۷۳) "پسته ایران - شناخت تاریخی"، مرکز نشر دانشگاه تهران.
- اسماعیل پور، ع. (۱۳۷۸) "بررسی و مقایسه ۲۸ رقم پسته در شرایط اقلیمی رفسنجان"، طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور.
- تایز و زایگر (۱۳۷۸) "فیزیولوژی گیاهی (ترجمه)". انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد
- جوانشاه، ا.، هاشمی نسب، ح.، ابطحی، س.م.، شاکراردکانی، ا.، طاهری، ن.، رفیعی دولت آبادی، ع.، اسماعیلی رنجبر، ع.، اکبری پور، ا. (۱۳۹۸) "بررسی رابطه اونس و عیار در چهار رقم تجاری پسته ایران (کله قوچی، احمد آقایی، اوحدی و اکبری)". مجله علوم و فناوری پسته، ۴ (۷): ۴۱-۵۸
- حکم آبادی، ح.، ارزانی، ک.، دهقانی شورکی، ی.، پناهی، ب. (۱۳۸۴) "پاسخ پایه های درختان پسته بادامی زرنند، سرخس و قزوینی به زیادی بر و سدیم کلراید در آب آبیاری"
- حکم آبادی، ح. (۱۳۹۳) "دستورالعمل های اجرایی در کنترل سرمای بهاره در باغات پسته"، مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی استان سمنان
- خوشخوی، مرتضی (۱۳۹۲) "اصول نوین باغبانی" انتشارات دانشگاه شیراز
- دولتخواهی، ع. (۱۳۹۰) "تاثیر سایه دهی و موقعیت شاخه بر کیفیت گل های بریدنی و پارامترهای فتوسنتزی رز"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
- صداقتی، ن.، شیبانی تدرجی، ز.، تاج آبادی پور، ع.، حکم آبادی، ح.، حقدل، م. و عبدالهی عزت آبادی، م. (۱۳۹۲) "راهنمای تولید پسته"، انتشارات سروا، نوبت سوم، ۵۶۳ ص
- کازرونیان، ر.، خلیقی، آ.، کلاته جاری، س.ا.، خصوصی، م. (۱۳۹۱) "تاثیر روش های مدیریت سایه سار و حجم گلدان بر عملکرد و کیفیت دو رقم رز در شرایط هیدروپونیک" مجله علوم باغبانی، ۴۳: ۲۳-

مالکی کوهبنانی، ا و کریمی، ح.ر (۱۳۹۲) "ارزیابی پایه های پسته و دو رگه بین گونه ای آتلانتیکا × ورا (*atlantica Pistacia vera* × *Pistacia*) به تنش خشکی"، فصلنامه علوم باغبانی ایران، ۴۴ (۱) محمدخانی، ع (۱۳۷۶) "پسته"، انتشارات سازمان تحقیقات آموزش ترویج کشاورزی نائینی، م.ر (۱۳۹۶) "آشنایی با عملیات کاشت و داشت باغات پسته"، انتشارات نسیم حیات، ۱۸۹

ص

نائینی، م.ر (۱۳۹۶) "آشنایی با عملیات کاشت و داشت باغات پسته"، انتشارات نسیم حیات، ۱۸۹

ص

Alcazar, R., Marco, F., Cuevas, JC., Patron, M., Ferrando, A., Carrasco, P., Tiburcio, AF., Altabella, T. (2006) "Involvement of polyamines in plant response to abiotic stress." **Biotechnol Lett** 28:1867–1876

Arpaci, S., Acar, I., Karadag, S., Atli, H., Ak, K., Sarpkaya, K (2014) "Comparison of growing Pistachio rootstocks on different planting intervals". **Acta Hort** 1028, pp 313–318

Arzani, K., Hokmabadi, H., Dehghani-Shuraki, Y. (2002) "Effect of foliar application of some carbohydrate on qualitative and quantitative traits of pistachio nuts cv. 'Kalle-Ghoochi'." **Acta Horticulture**, 594:291-295

Bangerth, F (1993) "Polar auxin transport as a signal in the regulation of tree and fruit development." **Acta Hort** 329:70–76

Baninasab, B. (2005) "Seasonal changes of carbohydrates, macronutrients and photosynthesis in *Pistacia vera* cv. 'Ohadi' in relation to alternate bearing and influence of foliar application of nitrogen on mitigating alternate bearing in pistachio trees." Ph. D. Thesis in Horticultural Sciences. College of Agriculture. Shiraz University.

Baninasab, B., Rahemi, M. (2006) "Possible role of non-structural carbohydrate in alternate bearing of pistachio." **Eur J Hort Sci** 71:277–282

Beede, RH., Ferguson, L. (2015) "Effect of hedging and topping on pistachio alternate bearing." **Amer Pistachio Ind Ann Rep, Crop** pp 20-29

Beede, RH., Ferguson, L. (2015) "Effect of hedging and topping on pistachio alternate bearing." **Amer Pistachio Ind Ann Rep, Crop Year 2014–2015**:94–97

- Beede, RH., Ferguson, L., Lampinen, B., Metcaf, S. (2017) "Effect of hedging and topping on pistachio alternate bearing: 2012–2017." **Amer Pistachio Ind Ann Rep Crop Year 2017–2018**
- Biran, I., Robinson, M., Halevy, N. (1974) "Factors determining petal colour of Baccara roses." **J. Exp. Bot.** 25:614-623
- Bitar, CE., Gerats, T. (2013) "Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops." **Front Plant Sci** 4:1–18
- Bocantseva, Z.P. (1972). "O chislakh khromosom". **Introd Akkli Rasteny Akad Nauk UZ SSR.** 45–53.
- Corbesier, L., Vincent, C., Jang, S., Fornara, F., Fan, Q., Searle, I., Giakountis, A., Farrona, S., Gissot, L., Turnbull, C., Coupland, G. (2007) "FT protein movement contributes to long-distance signaling in floral induction of *Arabidopsis*." **Sci** 316:1030–1033
- Crane, J.C, Iwakiri, B.T (1981) "The morphology and reproduction of *Pistachio*". **Hort Rev** 3, pp 376–393
- Crane, J.C. (1974). "Hermaphroditism in *Pistacia*". **California Agriculture**, 28, pp 3-4
- Crane, JC., Al-Shalan, I., Carlson, RM. (1973) "Abscission of pistachio inflorescence buds as affected by leaf area and number of nuts." **J Am Soc Hortic Sci** 98:591–592
- Crane, JC., Iwakiri, BT. (1987) "Reconsideration of the cause of inflorescence bud abscission in pistachio." **HortScience** 22:1315–1316
- Crane, JC., Nelson, MM. (1971) "The unusual mechanism of alternate bearing in the pistachio." **HortScience** 6:489–490
- Crane, JC., Nelson, MM. (1972) "Effects of crop load, girdling and auxin application on alternate bearing of the pistachio." **J Am Soc Hortic Sci** 97:337–339
- Creasy, G. L., Creasy, L. L. (2009) "آب: Crop production science in horticulture." **Oxfordshire, United Kingdom: CABI**
- Donald, L. P., Stephen, S. M. (1989). "Advances in mechanical harvesting of fresh market quality apples." **Journal of Agricultural Engineering Research**, 42(1), 43–

- Esmailpour, A. (2005) "Evaluation of alternate bearing intensity in Iranian pistachio cultivars." **Options Méditerranéennes Ser A 63:29–32**
- FAO (2019) FAOSTAT database collections. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <https://faostat.fao.org>. Accessed 19 Dec 2020
- Ferguson, D., Rose, M., Padilla, J. (1991) "Effect of pruning on the yield components of pistachio, Calif. Pistachio Ind." **Ann. Rpt, 90-92**
- Ferguson, L., Epstein, L. (2008). "Rootstock effects on pistachio trees grown in verticillium infested soil", **Pistachio production manual, 5th edition.**
- Ferguson, L., Kallsen, CE. (2016) "The pistachio tree: physiology and botany. In: Ferguson L, Haviland DR (eds) Pistachio production manual." **University of California, Agricultural and Natural Resources Publication. No. 3545, pp 17–19**
- Forshey, CG., Elfving, DC., Stebbins, RL. (1992) "Training and pruning apple trees." **ASHS Press/Am. Soc. Hort. Sci., 166-179**
- Gadallah, M. (2000) "Effects of indole-3-acetic acid and zinc on the growth, osmotic potential and soluble carbon and nitrogen components of soybean plants growing under water deficit." **J. Arid. Env. 44:451-467**
- Garcia-Luis, A., Fornes, A., Sanz, A., Gaurdiola, T. (1988) "The regulation of flowering of fruit set in citrus: Relation with carbohydrate levels." **Israel. J. Bot. 37: 189-201.**
- Glodhamer, DA., Kanber, R. (2012) "Pistachio. In: Crop yield response to water." FAO Irrigation and Drainage Paper No. 66. **Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp 416–429**
- Goldschmidt, E., Golomb, A. (1982) "The carbohydrate balance of alternate bearing in citrus tree and the significance of reserves for flowering and fruiting." **J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:206-208**
- Goldschmidt, EE. (2013) "The evolution of fruit tree productivity: a review." **Econ Bot 67:51–62**

- Gonzalez-Real, M.M., Baille, A. (2000) "Changes in leaf photosynthetic parameters with leaf position and nitrogen content within a rose plant canopy (*Rosa hybrida*)."
Plant. Cell. Env. 23:351-363
- Goren, R., Huberman, M., Goldschmidt, E.E (2003) "Girdling: Physiological and horticultural aspects." In: Janick, J. (ed.): **Hort. Rev.: Vol. 30: 1-36**
- Gunes, NT., Okay, Y., Koksai, AI., Koroglu, M. (2010) "The effect of nitrogen and phosphorus fertilization on yield, some fruit characteristics, hormone concentrations, and alternate bearing in pistachio." **Turk J Agronomi** 34:33-43
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F. T., Geneve, R. L. (2002) "Principles of propagation by cuttings. -In: Plant Propagation: Principles and Practices." **Prentice-Hall International, 7th Ed. 312-318**
- Hoblyn, T., Gurbu, A., Painter, A., Wates, B. (1936) "Studies in biennial bearing." **J Pomol Hort Sci** 14:39-76
- Hokmabadi, H. (2010) "Pistachio frost damage in Iran and new methods of frost protection." **Options Méditerranéennes** 94:71-78
<http://www.semnanweather.ir/>
<https://www.maj.ir/>
- Isfendiyaroglu, M., Ozeker, E. (2009). "Inflorescence features of a new exceptional monoecious *Pistacia atlantica* Desf. Anacardiaceae population in the barbarous plain of izmir/Turkey". **International Journal Plant Production**, 3, pp 93-97
- Ito, A., Hayama, H., Yoshioka, H (2001) "The effect of shoot-bending on the amount of diffusible indole-3-acetic acid and its transport in shoots of *Japanese pear*." **Plant Growth Regul** 34:151-158
- Johnson, S. R., Weinbaum, S. A. (1987) "Variation in tree size, yield, cropping efficiency and alternate bearing among "Kerman" pistachio trees." **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 112: 942-945
- Kafkas, S., Perl-Treves, R. (2001). "Morphological and molecular phylogeny of *Pistacia* species in turkey". **Theoretical and Applied Genetics**, 102 pp 908-915
- Kallsen, CE., Parfitt, DE., Holtz, BA. (2007) "Early differences in the intensity of alternate bearing among selected pistachio genotypes." **HortScience** 42:1740-1743

- Kallsen, CE., Parfitt, DE., Holtz, BA. (2014) "Comparison of bloom and harvest dates, alternate bearing index and nut quality parameters of 'Golden Hills' and 'Lost Hills' pistachio cultivars to 'Kerman'." **Acta Hort** 1028:279–283
- Kallsen, CE., Parfitt, DE., Maranto, J., Holtz, BA/ (2009) "New pistachio varieties show promise for California cultivation." **Calif Agric** 63:18–23
- Khezri, M. (2013) "Study of time intervals of inflorescence bud abscission and some morphological and physiological traits of 'on' and 'off' pistachio trees." SBUK Final Report. University of Kerman, Iran, No. 716/41 (In Persian)
- Khezri, M., Richard, H., Gurreet, B., Louise, F. (2020) " Alternate bearing in pistachio (*Pistacia vera* L.): a review" **Trees** (2020) 34:855–868
- Khezri, M., Talaie, A., Javanshah, A., Hadavi, F. (2010) "Effect of exogenous application of free polyamines on physiological disorders and yield of 'Kaleh-Ghoochi' pistachio shoots (*Pistacia vera* L.)." **Sci Hort** 125:270–276
- Kim, S.H., Lieth, J.H. (2004) "Effects of shoot bending on productivity and economic value estimation of cut- flower roses Growth in coir and mix." **Sci. Hort.** 99:331- 342
- Kittas, C., Dimokas, G., Lykas, C.H., Katsoulas, N (2005) "Effect of two irrigation frequencies on rose flower production and quality" **Acta Hort.** 691:333-340
- Lovatt, C.J., Ferguson, L. (1994) "Using foliar application of urea combined with 6-benzyladenine to decrease pistachio floral bud abscission in an on-year to increase yield the next year." **CA Pistachio Ind Ann Rep** 155–158
- Marino, G., La Mantia, M., Caruso, T., Marra, FP. (2018) "Seasonal dynamics of photosynthesis and total carbon gain in bearing and nonbearing pistachio (*Pistacia vera* L.) shoots." **Photosynthetica** 56:932–941
- Martinelli, F., Marchese, A., Balan, B., Giovino, A., Caruso, T., Fretto, S., Marra, FP. (2018) "RNA-Seq analysis to investigate alternate bearing mechanism in *Pistacia vera* L." **Acta Hort** 1229:71–78
- Matloobi, M. (2012) "Light harvesting and photosynthesis by the canopy InTech" **Janeza Trdine** 9: 235-256
- Mehra, P.N. (1976). "Cytology of 67ahlia67an hardwoods". **Sree Saraswaty, Calcutta, India**, 4, pp 93-96

- Michailides, T.J., Morgan, D.P., Doster, M.A. (1995) "Diseases of pistachio in California and their significance." **Acta Hort** 419:337–343
- Monselesse, S. P., Goldschmidt, E. E. (1982). "Alternate bearing in fruit trees." **Hort. Rev.** 4: 128-173.
- Mortvedt, J.J, Gilkes, R. (1993) "Zinc fertilizers. In: Robson A. D. Zinc in soils and plants." **Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands**
- Muñoz-Fambuena, N., Mesejo, C., González-Mas, M.C., Primo-Millo, E., Aguiar, M., Iglesias, D.J. (2012) "Fruit load modulates flowerinمگرم related gene expression in buds of alternate-bearing 'Moncada' mandarin." **Ann Bot** 110:1109–1118
- Natarajan, G. (1978). "Contribution a` l'e`tude caryosystematique des espe`ces de la garrigue languedocienne". Thesis, Academie de Montpellier, France.
- Nzima, M.D.S., Martin, G.C., Nishijima, C. (1997) "Seasonal changes in total nonstructural carbohydrates within branches and roots of naturally "off" and "on" 'Kerman' pistachio trees." **J Am Soc Hortic Sci** 122:856–862
- Ozbek, S., Ayfer, M. (1958). "An hermaphrodite *Pistacia* found in the vicinity of Antep, Turkey. Proc". **American Society Horticulture science**, 72, pp 240-241
- Pakkish, Z., Rahemi, M., Panahi, B. (2011) "Low temperature resistance of developing flower buds of pistachio." **J Biol Environ Sci** 5:153–157
- Panahi, B. (2009). "Effects of osmotic and salt stresses on water relation". **Plant Ecophysiology**. 1, pp 1-8.
- Parfitt, D.E., Badenes, M.E (1997). "Phylogeny of the genus *Pistacia* as determined from analysis of the chloroplast genome" **Proceedings of the National Academy of Sciences United States of America**, 94, pp 7987-7992
- Paz-Vega, S. (1997) "Alternate bearing in the avocado." **Calif. Avocado. Soc. YrBk.** 81: 117-148
- Pearce, S.C., Dobersek-Urbanc, S. (1967) "The measurement of irregularity in مگرم growth and cropping." **J Hort** 42:295–305
- Picchioni, G.A., Brown, P.H., Weinbaum, S.A., Muraoka, T.T. (1997) "Macronutrient allocation to leaves and fruit of mature, alternate-bearing pistachio trees: magnitude and seasonal patterns at the whole canopy level." **J Am Soc Hortic Sci** 122:267–274

Rahemi, M., Ramezani, A. (2007) "Potential of ethephon, NAA, NAD and urea for thinning pistachio fruitlets." **Sci Hortic** 111:160–163

Roper, T.R., Williams, L.E (1989) "Net CO₂ assimilation and carbohydrate partitioning of grapevine leaves in response to trunk girdling and gibberellic acid application."

Plant Physiol. 89: 1136-1140

Rosecrance, R.C., Weinbaum, S.A., Brown, P.H. (1998) "Alternate bearing affects nitrogen, phosphorus, potassium and starch storage pools in mature pistachio trees."

Ann Bot 82:463–470

Rosenstock, T., Rosa, U.A., Plant, R.E., Brown, P.H. (2010) "A reevaluation of alternate bearing in pistachio." **Sci Hortic** 124:149–152

Roussos, P. T., Pontikis, C. A., Zoti, M. A. (2004) "The role of free polyamines in the alternate bearing of pistachio (*Pistacia vera* cv. Pontikis)." **Trees.** 18: 61-69

Salisbury, F.B. (1993) "Avitropism: changing ideas." **Horticultural review**, vol 15.

233–278

Sansavini, S., Costa, G., Landi, M., Lunati, U. (1982) "Performance and suitability for mechanical harvesting of processing apricots: a comparison of six cultivars two training systems and prune interstock." **In: Symposium on apricot culture and decline** 364–

374

Schaper, H., Chacko, E.K (1993) "Effect of irradiance, leaf age, chlorophyll content and branch-girdling on gas exchange of cashew (*Anacardium occidentale* L.)." **J. Hort. Sci.**

68: 541- 550

Schechter, I., Proctor, J.T.A., Elfving, D.C (1994) "Carbon exchange rate and accumulation in limbs of fruiting and nonfruiting apple trees." **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**

119: 150-156

Schumacher, R (1989) "Die Fruchtbarkeit der Obstgehölze." **E Ulmer- Verlag, Stuttgart**

Shanker, A.K., Maheswari, M., Yadav, S.K., Desai, S., Bhanu, D., Attal, N.B., Venkateswarlu, B. (2014) "Drought stress responses in crops." **Funct Integr**

Genomics 14:11–22

- Smith, P. (1976) "Collapse of "Murcott" tangerine trees." **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** **101**: 23-25
- Spiegel-Roy, P. (1991). "*Pistachio*". **CRC handbook of flowering**. CRC press Florida
- Takeda, F., Crane, JC (1980) "Abscissic acid in pistachio as related to inflorescence bud abscission." **J Amer Soc Hort Sci** **105**:573–576
- Talaie, A., Lesani, H., Esmaeilzadeh, M., Dashti, H. (2010) "Effect of girdling, crop Load, zinc sulfate and carbohydrate foliar application on inflorescence bud abscission and nut quality of 'Ohadi' *pistachio*." **Acta Hortic** **940**:97–104
- Talaie, A., Seyedi, M., Panahi, B., Khezri, M. (2006) "Effects of shoot girdling and urea combined with 6-benzyl adenine on abscission of inflorescence buds in "Ohadi" pistachio cultivar (*Pistacia vera* L.)." **Int J Agron Biol** **8**:474–476
- Tan, F., Swain, SM. (2006) "Genetics of flower initiation and development in annual and perennial plants." **Physiol Plant** **128**:8–17
- Tromp, J. (1972) "Effects of growth-regulating substances and tree orientation on growth and flower bud formation in apple." **J Hortic Sci** **47**:525–533
- Tsipouridis, C., Thomidis. T., Zankinthis. I., Michailidis, Z., Michailidis, T. (2005) "Treatment of pistachios with boric acid, Zn-sulphate and Zn-chelate." **Agri. Sustain. Dev.** **25**: 377-379
- Van Labeke, MC., Dambre, P., Bodson, M. (2000) "Effects of supplementary lighting and bending technique on growth, flowering and carbohydrate status of *Rosa hybrida* 'Frisco'." **Acta Hort** **515**: 245-255
- Vavilov, V.L. (1951). "The origin, variation, immunity and cultivated plants. Translated from Russian". **Chronica Botanica**, **13**, 1–364
- Vemmos, S. (2005) "Effects of shoot girdling on bud abscission, carbohydrate and nutrient concentrations in pistachio (*Pistacia vera* L.)" **J. Hort. Sci. Biot.** **5**: 529-536
- Vemmos, SN. (1999) "Carbohydrate content of inflorescent buds of defruited and fruiting pistachio (*Pistacia vera* L.) branches in relation to biennial bearing." **J Hortic Sci Biotechnol** **74**:94–100

- Vemmos, SN. (2010) "Alternate bearing and the possible role of carbohydrates in bud abscission of pistachio (*Pistacia vera* L.)." **Options Méditerranéennes** 94:9–18
- Vemmos, SN., Papagiannopoulou, A., Coward, S. (2012) "Effects of shoot girdling on photosynthetic capacity, leaf carbohydrate, and bud abscission in pistachio (*Pistacia vera* L.)." **Photosynthetica** 50:35–48
- Wareing, P (1970) "Growth and its co-ordination in trees." **Physiology of tree crops**. 14: 1–21
- Weinbaum, S., Brown, P., Rosecrance, R. (1994a) "Assessment of nitrogen uptake capacity during the alternate bearing cycle. Calif. Pistachio." **Ind. Ann. Rep.** 47-48
- Weinbaum, SA., Picchioni, GA., Muraoka, TT., Ferguson, L., Brown, PH. (1994b) "Fertilizer nitrogen and boron uptake, storage and allocation vary during the alternate bearing cycle in pistachio trees." **JAm Soc Hortic Sci** 119:24–31
- Whitehouse, W.E. (1957). "The pistachio nut a new crop for the Western United States". **Economic Botany**, 11, pp 281-321.
- Wolstenhulme, B., Whitley, A. (1989) "Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards." **S. Afr. J. Agric. Sci. Soc.** 12: 33-37
- Wood, BW. (1991) "Alternate bearing of pecan. In: Wood BW, Payne JA (ed) Proc." First National Pecan Workshop. **U.S. Dep Agriculture- Agric. Res. Serv., ARS-96**
- Zhang, JL. (2014) "A preliminary report on mechanical pruning utilizing a '1-side mechanical slant topping' technique on pistachio trees." **Acta Hort** 1028:351–358
- Zhou, R., Quebedeaux, B (2003) "Changes in photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature apple leaves in response to whole plant source–sink manipulation." **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 128: 113-119
- Zieslin, N., Hurwitz, A. Halevy, H. (1975) "Flower production and the accumulation and distribution of carbohydrates in different parts of Baccara rose plants as influenced by various pruning and pinching treatments." **Sci. Hort.** 50:339-348
- Zieslin, N., Khayat, E (1983) "Involvement of cytokinin, ABA and endogenous inhibitors in sprouting of basal buds in rose plants." **P. Hort. Reg** 1: 279-288

Zohary, M. (1952).” A monographical study of the genus *Pistacia*”. **Palestine Journal Botany Jerusalem Series**, 5, pp 187-228

Zucconi, F., Neri, D (1993) “The catalytic action of growth regulators in the control of plants.” **Acta Hortic** 329:21–27

Abstract

Pistachio (*Pistacia vera* L.) as one of the most important horticultural products and the third largest export of Iran is of special economic importance. This study was performed to investigate the effect of girdling and bending on some vegetative and reproductive traits of pistachio trees. For this purpose, two experiments in the form of randomized complete block design in 2019 and 2020 were performed on “Akbari” cultivar in Damghan. Treatments include bending the branches in the whole flower stage, at the beginning of bone skin growth and at the time of ossification, and girdling treatments on one-year, two-year and three-year branches during the whole flower and combined girdling and bending treatments on the branches, and the last treatment was control. The results of comparing the mean of the data showed that in the bending treatment of the branches in the ossification stage, the highest fresh weight, dry weight, number of kernels, number of remaining buds, number of seeds per ounce and kernel percentage were obtained. Also, the results of this study showed that the results of the measured traits were lower in girdling treatments than in bending and control treatments. On the other hand, the lowest amount of closed mouth pistachio was observed in branch and control bending treatments. In addition, the effect of treatments on the amount of elements (N, P, K, Ca and B), leaf area and pistachio hollow did not show a significant difference.

Keywords: Pistachio, Alternate bearing, Girdling , Bending branch



Faculty of Agriculture

M.Sc. Thesis in Horticultural Sciences

**Study on the Effect of Bending and Girdling on Pistachio
(*Pistacia vera* L. cv Akbari) Trees**

By:

Mohammad Parimi

Supervisor:

Dr. Hassan Khoshghalb

Advisor:

Dr. Hosein Hokm-Abadi

August 2021