معرفی مدلهای ریاضی براورد عملکرد محصول و میزان خسارت برآمده از چند عامل مهم خسارتزا در باغهای گردو

دکتر داراب حسنی*، رعنا دستجردی[Φ]، دکتر رضا رضایی[Ψ]، دکتر محمدجعفر آقایی[Φ]
دکتر کورش وحدتی[●]، علی‌بخش دهقانی[δ]، محمدرضا مظفری[Ψ]
سعدالله اسکندری[Ψ]، حسین حدادنژاد[δ] و اصغر سلیمانی[Φ]

چکیده

درختان گردو، همواره در دسترس عوامل خسارتزای مهم و ویرانگری همچون سرمازدگی، تگرگ، آفتاب سوختگی، خشکسالی، ریزش گلهای ماده براثر زیادی گرده، و نیز بیماریها و آفتهایی مانند آنتراکنوز، بلایت و پروانه فری، هستند. یکی از راهکارهای کاستن از این گونه خسارتها، بیمه محصولات کشاورزی است و در این میان، وجود ابزاری مناسب برای براورد مقدار واقعی محصول و خسارت برآمده از عوامل پیشگفته، ضرورتی مهم در تصمیمگیریهای اساسی، مدیریت بحران و براورد خسارت بیمه است. در شرایط کنونی، کارشناسان بیمه، به طور معمول از راه خوداظهاری باغداران یا براورد افراد خبره محلی، نسبت به پرداخت حق بیمه متناسب با نرخ بیمه دریافتی، اقدام به پرداخت خسارت می‌کنند که به علت نبود دقت کافی ممکن است، به زیان بیمه گر یا باغدار بیمه گذار بینجامد. بنابراین ارائه مدل یا دستورعملی برای براورد میزان محصول واقعی و میزان خسارت، درخور اهمیت است. در این پژوهش، با توجه به همبستگی میان عوامل مؤثر بر عملکرد محصول، همچون سطح مقطع تنه، تراکم کشت، عادت رشد، عادت باردهی و مدیریت باغ از لحاظ آب وخاک، دست به ایجاد یک رشته توابع اولیه زده شد و سپس با تلفیق آنها، مدل ریاضی نهایی: $TY = tcsa \times (PTY(1 + (db + ci + om))w$ برای براورد میزان محصول به دست آمد. به طورکلی در مدل براورد عملکرد معرفی شده در این مقاله، ضریبهای هریک از متغیرهای مؤثر بر عملکرد به گونه‌ای تعریف شده‌اند که از حاصلضرب آن ضریبها در سطح مقطع تنه، پتانسیل عملکرد متناظر با متغیرهای اندازه گیری شده برحسب تعداد میوه در هر درخت به دست می‌آید. برای براورد میزان خسارت نیز، بسته به نوع اندام خسارتدیده و عادت باردهی و همچنین، عامل خسارت، یک رشته توابع ریاضی برای تخمین خسارت ایجاد شد و در گام نهایی، میزان خسارت مربوط، از پتانسیل عملکرد کل، کسر گردید. برای آسان شدن کار و آسودگی کاربر و پرهیز از محاسبه‌های گوناگون، پس از تعیین ماتریسهای ضریبهای مربوط به صفتها، یک برنامه کامپیوتری در محیط اکسل به زبان ویژوال بیسیک طراحی شد که به کمک آن، کاربر بیمه یا کارشناس کشاورزی می‌تواند به آسانی نسبت به تعیین میزان عملکرد و خسارت وارد آمده اقدام کند.

کلیدواژه‌ها:
گردو، سرمازدگی دیررس بهاره، میوه کاری، بیمه محصول، پتانسیل عملکرد، براورد خسارت، مدل ریاضی.

* دانشیار بخش تحقیقات باغبانی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج. E-mail: hassanida@gmail.com
● دانشیار پردیس ابوریحان دانشگاه تهران.
Φ به ترتیب: کارشناس ارشد، استادیار و کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.
Ψ به ترتیب: استادیار، مربی و مربی بخش نهال و بذر مراکز تحقیقات کشارزی و منابع طبیعی ارومیه، کرمان و تبریز.
δ به ترتیب: مدیر پیشین تحقیقات و مدیر گروه باغبانی صندوق بیمه کشاورزی ایران، تهران.

مقدمه

بررسیها نشان می‌دهد، سطح زیرکشت جهانی گردو، در یک بازه زمانی ۴۲ ساله از سال ۱۹۶۱ تا سال ۲۰۰۳ نزدیک به ۴ برابر (۶۱۴۲۰۳ هکتار) افزایش یافته است. سرعت افزایش سطح زیرکشت گردو، در مقایسه با درختان میوه دیگر همچون انگور، بادام، هلو، شلیل، فندق، انجیر، زردآلو، خرمالو و به، بیشتر بوده و با سرعت افزایش سطح زیرکشت درختان دیگر، مانند زیتون، سیب، گلابی و گیلاس برابر است. برپایه آخرین آمار رسمی وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۴)، سطح زیرکشت درختان بارور در ایران، نزدیک به ۹۶۶۹۷ هکتار و میزان تولید ۲۴۷۶۸۳ تن بوده که از این مقدار، استان همدان با سطح زیرکشت بارور ۷۷۰۰ هکتار و میزان تولید ۲۹۷۵۷ تن، جایگاه نخست تولید گردو را در کشور به خود اختصاص داده است و پس از آن، استانهای کرمان و فارس به ترتیب با سطح زیرکشت بارور ۱۲۱۹۱ و ۵۴۸۷ هکتار و میزان تولید ۲۶۰۴۴ و ۲۵۷۹۲ تن، در جایگاه دوم و سوم قرار گرفته‌اند. پراکندگی کشت و کار این‌گونه، به تقریب، در بیش از ۲۸ استان کشور دیده می‌شود. از دیدگاه ارتفاع مناطق کشت این محصول از سطح دریا نیز، تنوع زیادی در مناطق به چشم می‌خورد به گونه‌ای که در استان مازندران در ارتفاعات ۲۶ متر پایینتر از سطح دریا، تا ارتفاعات نزدیک به ۳۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا در کوههای البرز، زاگرس و مناطق مرکزی کشور، بخوبی کشت و کار شده است. بدیهی است که توسعه سطح زیرکشت باغهای بدون مطالعه تناسب اراضی و آب وهوایی می‌تواند، خسارتبار باشد. براساس یک براورد اولیه، بیش از ۵۰ درصد از باغهای گردو در مناطقی توسعه یافته‌اند که چه از لحاظ خاک و چه از نظر اقلیم، توانایی و ویژگی پرورش دادن درختان گردو را ندارند. رخدادن سرمای دیررس بهاره، اصلیترین عامل تهدید گردوکاری در مناطق معتدل است. بیشتر درختان گردو که در دشتهای کم ارتفاع توسعه یافته‌اند، در اثر گرم شدن نسبی هوا، میزان مقاومتشان بشدت کاهش می‌یابد و با پدیده شکوفایی زودهنگام روبه رو می‌شوند و همزمان، در اثر گذرکردن توده هوای سرد، دچار سرمازدگی می‌شوند. این در حالی است که متأسفانه با تغییرات اقلیمی سالهای اخیر، بسامد (فرکانس) سرمازدگی درختان میوه، رو به افزایش است. این امر تهدیدی جدی برای باغداران، شرکتهای بیمه و صنایع مرتبط با میوه کاری به شمار می‌رود (۱۵).

افزون بر آن، باغها و درختان گردو ممکن است در برابر آسیبهای برآمده از آفتاب سوختگی و خشکسالی، چالشها و دشواریهای گرده افشانی از جمله ریزش گلهای ماده بر اثر زیادی گرده یا نبودن ارقام گرده دهنده مناسب در باغهای پیوندی و نیز بیماریها و آفتهایی مانند آنتراکنوز، بلایت و پروانه فری قرار گیرند که پرداختهای بیمه، تنها پاره‌ای از این خسارتها را در بر می‌گیرد. از آنجاکه در اغلب موارد، نشانه‌های بیماریها یا ناهنجاریهای غیرعفونی، مشابه نشانه‌های بیماریهای گیاهی عفونی است، از همین رو، تشخیص عامل یک پدیده خسارتزا در بیشتر موارد، دشوار است. بنابراین داشتن دانش کافی برای ردیابی و شناسایی هریک از عوامل پیشگفته برای کارشناسان بیمه محصولات، امری ضروری است تا بتوانند نسبت به ارزیابی خسارت مربوط به هریک از آنها اقدام کنند.

یکی از راهکارهای کاهش خسارت سرمازدگی و عوامل زیستی، بیمه کردن محصولات کشاورزی است و در این میان، وجود ابزاری مناسب برای برآورد مقدار واقعی محصول و محصول از دست رفته در برابر عوامل یاد شده، ضرورتی مهم است. در شرایط کنونی، کارشناسان بیمه، به طور معمول از راه خوداظهاری باغداران نسبت به پرداخت حق بیمه متناسب با نرخ بیمه دریافتی اقدام به پرداخت خسارت می‌کنند که به علت نبود دقت کافی ممکن است، به زیان بیمه گر یا باغدار (بیمه گذار) بینجامد. بنابراین ارائه مدل یا دستورعملی برای تخمین یا برآورد میزان محصول در آغاز سال، بسیار در خور اهمیت است. مدل یا دستورعمل مورد نظر نیز، باید بتواند، میزان محصول را در پاییز (در زمان بیمه محصول) و پس از آن تا فصل رشد میوه (پس از پدید آمدن خسارت) برآورد کند. افزون بر آنکه در شرایط باغ، بدون نیاز به تجهیزات خاص و به آسانی، اجرا شدنی باشد (۱۰).

بر اساس بررسی انجام گرفته در منابع موجود، تاکنون در داخل کشور، تحقیقی در زمینه چگونگی برآورد خسارت سرمازدگی یا بیماریها صورت نگرفته است و بیشتر پژوهشهای انجام شده در خارج از کشور نیز، محدود به درختان سیب، گیلاس و آلو با استفاده از روابط رگرسیونی میان پتانسیل عملکرد و شماری از خصوصیتهای رویشی درخت بدون دخالت دادن تأثیر عوامل محیطی یا شرایط مدیریتی باغ بوده است که در این بخش، به نتایج و یافته‌های چندی از آنها اشاره می‌شود.

میراندا و رویو دیاز[11] (۲۰۰۴) در پژوهشی، طی دو سال، بین ۶۰-۵۰ باغ تجاری سیب را انتخاب کردند و در هر باغ نیز، ۲۰ درخت دارای سنهای بین ۱۸-۶ سال را برگزیدند و صفتهای گوناگونی همچون سطح مقطع تنه در هکتار، تعداد گل آذین در واحد سطح مقطع تنه، کارایی عملکرد (مقدار محصول به ازای یک واحد سطح مقطع تنه) را اندازه گرفتند و برای تخمین عملکرد مورد انتظار، از تجزیه رگرسیون چندگانه، بهره جستند و سرانجام به این نتیجه رسیدند که حاصلضرب سطح مقطع تنه در هکتار x تعداد گل آذین در واحد سطح مقطع تنه، برآورد خوبی از عملکرد نسبت به عملکرد حقیقی ارائه می‌دهد.

در پژوهش دیگری میراندا و رویو دیاز (۲۰۰۴) با استفاده از روش پیشگفته، مدلی را برای برآورد میزان محصول گلابی پیشنهاد داده‌اند. در گیاه آلوی ژاپنی نیز رابطه بین تراکم محصول و سطح مقطع تنه درختان در هکتار معنیدار گزارش شده است (۱۲).

سنت استبان و همکاران[22] (۲۰۰۸) نیز، صفتهای مؤثر در برآورد پتانسیل محصول گیلاس پیش از گلدهی را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که میزان تراکم محصول در سطح مقطع تاج (CDSA)، تابعی از سطح مقطع تاج و تعداد اسپور است.

اندازه درخت، فاصله کشت، تعداد جوانه گل باقیمانده پس از هرس، شاخصهای خوبی برای برآورد محصول در آغاز فصل رشد به شمار می‌آیند. هرچند که با افزایش اندازه درخت تا محدوده خاصی، عملکرد افزایش می‌یابد، ولی به دلیل اینکه کارایی درختان بارده، با افزایش سن، کاهش پیدا می‌کند؛ این افزایش، لزوماً، خطی نیست. مطالعات گوناگون نشان می‌دهد که

1. Miranda and Royo Diaz
2. Santesteban et al

اندازه درخت و سطح مقطع تنه، همبستگی مثبتی با هم دارند و سطح مقطع تنه، شاخص خوبی برای براورد قدرت رشد و باردهی درختان است (۱).

فاصله کشت نیز، با زیر تأثیر قرار دادن میزان نور دریافتی باغ، بر عملکرد باغ، اثر می‌گذارد. میزان نور دریافتی درخت هم، با سطح مقطع تنه درخت، همبستگی دارد. یافته ها نشان می‌دهد، استفاده از سطح مقطع تنه، پارامتر خوبی برای براورد محصول در باغهای هلو، سیب و گلابی است (۱۶).

میزان عملکرد در درختان گردو، بسته به نهال مورد استفاده (بذری یا پیوندی) و در صورت بهره گیری از نهال پیوندی، نوع رقم و مدیریت باغ، می‌تواند بسیار متفاوت باشد. به طور کلی، درختان گردو از نظر باردهی، به دو گروه عمده دارای عادت باردهی انتهایی و جانبی تقسیم می‌شوند (۲). با توجه به اینکه عمده سطح زیرکشت باغهای کشور با بهره گیری از نهال بذری و گستره وسیعی از مناطق آب وهوایی و سطوح مختلف مدیریتی احداث شده است، تنوع بسیار زیادی در بین درختان از نظر باردهی وجود دارد. با این حال، میانگین باردهی درختان هر باغ و منطقه، با انتخاب تعدادی از درختان آن توده یا منطقه و بررسی صفتهای دارای همبستگی با میزان باردهی، براورد شدنی خواهد بود. شیوه نمونه گیری و تعداد آن نیز، در براورد دقیق میزان پتانسیل یا دیگر صفتها در درختان میوه، بسیار اهمیت دارد. از آنجا که با افزایش تعداد نمونه، میزان واریانس میانگین کاهش می‌یابد، بدیهی است، افزایش تعداد نمونه نیز، به افزایش دقت براورد می‌انجامد (۵). با توجه به موارد پیشگفته، عملکرد درخت، تابعی از خصوصیتهای ژنتیکی همچون عادت رشد درخت، میزان قدرت رشد، عادت باردهی و تعداد میوه روی درخت است. همچنین، تعداد میوه، به تراکم شاخه‌های بارده روی درخت، سطح مقطع تنه، اندازه درخت، و درصد تشکیل میوه، بستگی دارد. درصد تشکیل میوه با افزایش تراکم گل کاهش می‌یابد، ولی در اغلب موارد، درصد تشکیل میوه و اندازه میوه، از عوامل محیطی و مدیریت باغ تأثیر می‌گیرد و بنابراین هر کدام از اینها به تنهایی، پارامترهای خوبی برای براورد محصول به نظر نمی‌رسند (۱۳).

نظر به آنچه گفته شد، هدف اصلی این پژوهش، ارائه یک مدل ریاضی تلفیقی و جامع با لحاظ کردن همه عوامل زراعی و مدیریتی برای براورد پتانسیل عملکرد و میزان خسارت مربوط به عوامل مهم خسارتزا در محصول گردو بوده است.

مواد و روشهای پژوهش

این تحقیق طی سالهای ۱۳۸۸- ۱۳۸۹ در باغهای گردوی سراسر کشور انجام گرفت. داده‌های لازم برای براورد ضریبها و توابع ریاضی، از تعداد زیادی درخت گردو با عادت رشد و باردهی و سنهای متفاوت از مناطق مختلف کشور طی سالهای پربار و بدون خسارت سرمازدگی، گردآوری و استفاده شد. برای افزایش دقت براورد توابع ریاضی، از سطوح مختلف درختان (قدرت رشد و عادت باردهی متفاوت) محیط (نوع خاک و رژیم آبیاری متفاوت) و شیوه مدیریت باغ، نمونه برداری صورت گرفت. در درختان انتخابی، محیط تنه هر

درخت به سانتیمتر از ارتفاع حدود ۳۰ سانتیمتری سطح خاک، اندازه گیری، و با استفاده از فرمول مساحت دایره، سطح مقطع تنه براورد شد. برای اندازه گیری فاصله کشت در باغهای با فاصله کاشت منظم، فاصله در روی ردیف و بین ردیف، اندازه گیری، و به عنوان فضای در نظر گرفته برای درخت (به متر مربع) محسوب شد. در باغهای با فاصله کاشت نامنظم، فاصله تا درخت یا درختان مجاور، به عنوان فاصله کاشت در نظر گرفته شد و برای محاسبه فضای مناسب، مورد استفاده قرار گرفت. چنانچه فاصله بیش از ۱۸ متر بود، همان ۱۸ متر منظور می‌شد. در سیستم فاصله کاشت منظم، سطح منظور شده برای درخت، برابر با حاصلضرب فاصله در روی ردیف و بین ردیف بود. برای تعیین وجود یا نبود شاخه‌های بارده در درون تاج در مقایسه با بخشهای خارجی، تخمین بر اساس مقیاس ۱ تا ۳ انجام گرفت. در این مقیاس، عدد ۱= خیلی کم یا ندارد (کمتر از ۲۰ درصد تراکم شاخه‌های خارجی) و ۳ = زیاد (۵۰ درصد یا بیشتر نسبت به شاخه‌های خارجی) است. به همین ترتیب، عادت باردهی با مقیاس ۱ تا ۴ در نظر گرفته شد که در آن ۱ = باردهی انتهایی کم (کمتر از ۵۰ درصد از جوانه‌های انتهایی) و ۴= جانبی (باردهی در جوانه‌های زیر دو جوانه انتهایی) است.

عادت رشد درخت با مقیاس ۱ تا ۳ تعیین شد که در آن ۱ برای حالت راست و ۳ برای حالت گسترده درخت است. میزان خشکیدگی سرشاخه‌ها نیز، با مقیاس ۱ تا ۳ بود که در آن ۱ برابر خشکیدگی زیاد (بیش از ۵۰ درصد) و ۳ برابر کم (کمتر از ۱۰درصد) است. مدیریت باغ، وضع خاک، و رشد رویشی سالانه با مقیاس ۱= نامطلوب و ۲= مطلوب و در نهایت، کمبود آب هم، با مقیاس ۱ تا ۴ در نظر گرفته شد که در آن ۱ برابر کمبود خیلی شدید آب (کمتر از ۵ بار در دوره رشد و باردهی) و ۴ برابر نداشتن کمبود آب (با آبیاری مناسب در دور کمتر یا ۱۰ روز) رتبه بندی شدند. محصول تقریبی هر درخت نیز، از راه شمارش تعداد میوه ها در مرحله برداشت به دست آمد.

برای براورد ضریبهای صفتهای مختلف مؤثر بر تعیین پتانسیل عملکرد، نخست اولویتبندی صفتهای مؤثر انجام گرفت و سپس از روشهای رگرسیونی برای تعیین ضریبهای صفتها، بهره برداری شد (۴، ۱۳ و ۱۴). در این مدل، صفتهای سطح مقطع تنه، فاصله کاشت، باردهی جانبی، وضعیت پراکندگی شاخه‌های بارده در داخل تاج، خشکیدگی سرشاخه‌ها در تاج، رشد سالانه شاخه، وضعیت مدیریت باغ، وضعیت خاک و وضعیت آب، ثبت شد و با استفاده از ضریبهای آنها، اقدام درباره تعیین پتانسیل عملکرد انجام گرفت. ضریبهای مربوط به اهمیت هریک از صفتها نیز، در ماتریسی مربوط، تعیین شد و با استفاده از آن، طراحی برنامه‌ای کامپیوتری در محیط اکسل به زبان ویژوال بیسیک صورت پذیرفت.

برای براورد خسارتهایی مهم مانند سرما نیز، با توجه به تک پایه بودن گردو، تأثیر سرمازدگی بر گلهای ماده و شاتونها، بررسی، و مدل مناسب برای براورد آن تعیین شد (۶). همچنین، روش براورد پاره‌ای از خسارتها همانند ریزش گل و میوه بر اثر عوامل مختلف نیز، نمایان گردید.

نتایج و بحث

۱. براورد پتانسیل تولید میوه

از دیدگاه ارتباط میان عملکرد با سطح مقطع تنه، تراکم کشت، وضعیت باردهی جوانه‌ها، تراکم شاخه‌های بارده، رشد رویشی، عادت رشد و مدیریت باغ و سطح آب و خاک، ضریبهای ششگانه (ti، ci، pr، dp، om و w) مربوط به هریک از این عوامل به ترتیب در جدولهای شماره ۱ تا ۶ نشان داده شده است که این ضریبها، با توجه به صفتهای ثبت شده برای هر درخت در هنگام ارزیابی متفاوت است و با کمک آن می‌توان نسبت به تعیین پتانسیل عملکرد برای هر درخت معین اقدام کرد. کاربر براورد کننده پتانسیل، با اندازه گیری سطح مقطع تنه و فاصله کشت، تعیین عادت باردهی و بررسی وضعیت مدیریتی باغ، ضریبهای مربوط به یکایک درختان انتخاب شده برای ارزیابی را استخراج می‌کند و با لحاظ کردن آن در فرمول نهایی، به براورد پتانسیل عملکرد می‌پردازد. تعداد نمونه مناسب برای ارزیابی و براورد پتانسیل هم، در جدول شماره ۷ ارائه شده است.

در جدول شماره ۱، ضریب مربوط به اثر مشترک تراکم کاشت و سطح مقطع تنه، ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود، این ضریب بین صفر تا حداکثر ۱/۴۸۳ در نوسان است و مقادیر صفر مربوط به درختان زیر غیربارور با سطح مقطع کمتر از ۱۵۰ سانتیمتر مربع و مقدار عددی ضریب با افزایش تراکم و سطح مقطع تنه، افزایش می‌یابد. در جدول شماره ۲ نیز، ضریبهای مربوط به وجود شاخه‌های بارده (Ci) در ارتباط با سطح مقطع تنه ارائه شده است. چنانکه دیده می‌شود، بیشتر مقدار عددی ضریب (۰/۳۸) برای حالتی اختصاص یافته است که بیش از ۵۰ درصد از شاخه‌های داخل تاج، بارده بودند و در همین حال، ازسطح مقطعی برابر با ۳۵۱-۷۰۰ سانتیمتر مربع برخوردارند. بنابراین افزایش شاخه‌های بارده در درون تاج تاحدودی به صورت خطی است و از آن پس نیز، به دلیل ازدحام شاخ و برگ، روند کاهشی به خود می‌گیرد.

جدول شماره ۱: سطح مقطع تنه، فاصله کاشت و ضریبهای مربوط، برای براورد میزان پتانسیل عملکرد در گردو

سطح مقطع تنه TCSA	فاصله کاشت	شاخص یا ضریب (Ti) سطح (متر مربع) در نظر گرفته شده برای درخت								
		<۹	۹-۲۵	۲۵-۶۴	۶۴-۱۲۲	۱۲۲-۱۶۹	۱۶۹-۲۲۵	۲۲۵-۲۸۹	۲۸۹-۳۲۴	>۳۲۴
>۵۱۰۰	۹	۰/۰۱۰	۰/۰۷۲	۰/۱۴۸	۰/۳۱۶	۰/۶۲۴	۱/۰۳۸	۱/۱۹۸	۱/۲۲۳	۱/۲۹۷
۵۱۰۰-۴۱۰۱	۸	۰/۰۲۴	۰/۰۹۹	۰/۲۰۴	۰/۵۵۷	۰/۹۹۳	۱/۲۱۶	۱/۳۱۵	۱/۳۵۹	۱/۳۵۹
۴۱۰۰-۳۲۰۱	۷	۰/۰۴۸	۰/۱۳۶	۰/۲۸۱	۰/۸۸۶	۱/۱۶۳	۱/۳۳۵	۱/۴۶۱	۱/۴۶۱	۱/۴۶۱
۳۲۰۰-۲۵۰۱	۶	۰/۰۹۶	۰/۱۸۸	۰/۳۸۷	۱/۰۳۸	۱/۲۷۶	۱/۴۸۳	۱/۴۸۳	۱/۴۸۳	۱/۴۸۳
۲۵۰۰-۱۸۰۱	۵	۰/۱۹۲	۰/۲۵۹	۰/۵۳۴	۱/۱۳۹	۱/۴۱۸	۱/۴۱۸	۱/۴۱۸	۱/۴۱۸	۱/۴۱۸
۱۸۰۰-۱۲۰۱	۴	۰/۲۷۷	۰/۳۵۷	۰/۷۳۷	۱/۲۶۶	۱/۲۶۶	۱/۲۶۶	۱/۲۶۶	۱/۲۶۶	۱/۲۶۶
۱۲۰۰-۷۰۱	۳	۰/۳۴۹	۰/۴۹۳	۱/۰۱۶	۱/۰۱۶	۱/۰۱۶	۱/۰۱۶	۱/۰۱۶	۱/۰۱۶	۱/۰۱۶
۷۰۰-۳۵۱	۲	۰/۴۲۱	۰/۶۸۰	۰/۶۸۰	۰/۶۸۰	۰/۶۸۰	۰/۶۸۰	۰/۶۸۰	۰/۶۸۰	۰/۶۸۰
۱۵۰-۳۵۰	۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱
<۱۵۰		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

برگرفته از: یافته‌های پژوهش

جدول شماره ۲: تراکم شاخه‌های بارده در درون تاج و ضریبهای مربوط، با توجه به سطح مقطع تنه

زیاد (۵۰ درصد یا بیشتر نسبت به شاخه‌های فوقانی)	متوسط (حدود ۲۰-۵۰ درصد شاخه‌های فوقانی)	خیلی کم یا ندارد (کمتر از ۲۰ درصد شاخه‌های فوقانی)		تراکم شاخه‌های بارده
۳	۲	۱		سطح مقطع تنه TCSA
ضریبها (Ci)				
۰/۲۹	-۰/۱۸	-۰/۴۷	۹	>۵۱۰۰
۰/۲۹	-۰/۱۷	-۰/۴۶	۸	۵۱۰۰-۴۱۰۱
۰/۲۹	-۰/۱۶	-۰/۴۴	۷	۴۱۰۰-۳۲۰۱
۰/۲۹	-۰/۱۴	-۰/۴۲	۶	۳۲۰۰-۲۵۰۱
۰/۳	-۰/۱۲	-۰/۳۸	۵	۲۵۰۰-۱۸۰۱
۰/۳	-۰/۰۸	-۰/۳۳	۴	۱۸۰۰-۱۲۰۱
۰/۳۱	۰	-۰/۲	۳	۱۲۰۰-۷۰۱
۰/۳۳	۰/۱۱	-۰/۰۳	۲	۷۰۰-۳۵۱
۰/۳۳	۰/۱۱	-۰/۰۳	۱	۱۵۱-۳۵۰
۰/۳۵	۰/۲۱	۰/۱۲	۰	<۱۵۰

برگرفته از: یافته‌های پژوهش

در جدول شماره ۳ نیز، ضریبهای مربوط به عادت باردهی و عادت رشد (pr) درختان گردو ارائه شده است. هر دو صفت، تأثیر برجسته‌ای بر عملکرد نهایی درخت دارند. چنانکه ملاحظه می‌شود، بیشترین ضریب (۰/۹۱) مربوط به درختان با عادت باردهی جانبی و عادت رشد گسترده و کمترین ضریب، مربوط به درختان با عادت باردهی انتهایی و عادت رشد راست (۰/۷۲-) است.

در جدول شماره ۴، ضریب مربوط به میزان خشکیدگی سرشاخه‌های تاج (db) ارائه شده است. بیشترین ضریب (۰/۳۸) مربوط به کمترین خشکیدگی سرشاخه‌های درون تاج و کمترین ضریب (۰/۳۲-) به بیشترین میزان خشکیدگی، اختصاص یافته است.

جدول شماره ۳: ضریبهای متناظر با وضعیت باردهی و عادت رشد درختان گردو

عادت باردهی درخت					
جانبی (باردهی در جوانه‌های زیر جوانه انتهایی)	بینابین (دو جوانه انتهایی)	انتهایی (فقط جوانه انتهایی)	خیلی کم- کمتر از ۵۰٪ درصد از جوانه‌های انتهایی		ضریب pr
۴	۳	۲	۱	رتبه	عادت رشد
ضریبها(pr)					
۰/۴۱	۰/۰۳	-۰/۳۴	-۰/۷۲	۱	راست
۰/۶۶	۰/۲۲	-۰/۲۲	-۰/۶۶	۲	بینابین
۰/۹۱	۰/۴۱	-۰/۰۹	-۰/۵۹	۳	گسترده

برگرفته از: یافته‌های پژوهش

جدول شماره ۴: ضریبهای مربوط به میزان مشاهده خشکیدگی سرشاخه درون تاج درختان گردو

شاخص یا ضریب(db)	رتبه	خشکیدگی شاخه درون تاج
-۰/۳۲	۱	زیاد (بیش از ۵۰٪)
-۰/۰۷	۲	متوسط (۱۰-۵۰٪)
۰/۳۸	۳	کم (کمتر از ۱۰٪)

برگرفته از: یافته‌های پژوهش

جدول شماره ۵: ضریبهای مربوط به رشد سالانه شاخه و مدیریت باغ گردو

شاخص یا ضریب	رشد سالانه شاخه		
	مطلوب	کم	
مدیریت باغ	۲	۱	رتبه
نامطلوب	-۰/۰۸۷۵	-۰/۲۳۷۵	۱
مطلوب	۰/۲۶۲۵	-۰/۰۶۲۵	۲

برگرفته از: یافته‌های پژوهش

در جدول شماره ۵ نیز ضریب مربوط به شیوه مدیریت باغ و رشد رویشی سالانه شاخه ارائه شده است. چنانکه مشاهده می‌شود، هر دو حالت مطلوب مدیریت باغ و رشد رویشی شاخه، دارای بیشترین ضریب (۰/۲۶۲۵) بوده و در مقابل، کمترین ضریب منفی (-۰/۲۳۷۵) به درختان واقع در باغهای با مدیریت نامطلوب و رشد رویشی سالانه کم، اختصاص یافته است.

و سرانجام در جدول شماره ۶ ضریبهای مربوط به وضعیت خاک و آب (w) ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود، بیشترین ضریب (۱/۰۰) به حالت مطلوب آب و خاک باغ مورد نظر اختصاص یافته است.

جدول شماره ۶: ضریبهای مربوط به وضعیت خاک و آب در درختان گردو

وضعیت خاک			
مطلوب	نامطلوب		محدودیت آب
شاخص یا ضریب (w)			
۲	۱	رتبه	
۰/۱۰	۰/۰۷	۱	کمبود خیلی شدید
۰/۳۰	۰/۲۱	۲	کمبود شدید
۰/۷۵	۰/۵۳	۳	تا حدی کمبود دارد
۱/۰۰	۰/۷	۴	ندارد

با توجه به مطالب پیشگفته، میزان پتانسیل عملکرد با استفاده از روابط زیر برآورد می‌شود:

$$PTY = ti(1 + pr)$$ رابطه شماره ۱)

$$TY = tcsa \times (PTY(1 + (db + ci + om))w$$ رابطه شماره ۲)

در روابط یاد شده، PTY ضریب اولیه عملکرد، ti ضریب به دست آمده از جدول شماره ۱ و ضریب pr به دست آمده از جدول شماره ۳ است. ضریبهای db، ci و om نیز، به ترتیب ضریبهای به دست آمده از جدولهای شماره ۲، ۴ و ۵ است.w ضریب نهایی است که با استفاده جدول شماره ۶ به دست می‌آید. همچنین، محاسبه عملکرد نهایی درخت بر حسب تعداد میوه در درخت برابر سطح مقطع تنه در ضریب نهایی، انجام خواهد گرفت. برای مثال اگر اطلاعات ثبت شده در مورد درختی از این قرار باشد: سطح مقطع تنه: ۵۱۰۰ سانتیمتر مربع، فاصله کاشت (سطح درنظر گرفته شده برای تاج): ۳۲۴ متر مربع، وجود شاخه‌های بارده در درون تاج متوسط: ۲، وضعیت باردهی از نوع جانبی: ۴، عادت رشد راست درخت: ۱، خشکیدگی سرشاخه‌های درون تاج زیاد: ۱، مدیریت نامطلوب باغ: ۱، رشد سالانه شاخه ها در حد مطلوب: ۲، محدودیت زیاد آب:۱، و وضعیت مطلوب خاک: ۲، آنگاه ضریبهای اولیه، ثانویه و نهایی، به ترتیب برابر خواهد بود با ۱/۹۱، ۲/۳۰، ۰/۲۲ و عملکرد درخت نیز، برابر ۱۱۷۳ میوه در درخت خواهد بود.

به عکس روشهای رگرسیونی ارائه شده برای دیگر درختان که بیشتر بر مبنای همبستگی بین اجزای عملکرد استوار هستند، مدل ریاضی ارائه شده در این پژوهش، افزون بر لحاظ کردن خصوصیتهای درخت، تأثیر عوامل محیطی و مدیریتی باغ نیز، بر عملکرد نهایی درخت محاسبه شده و از همین رو، از دقت پیشبینی بالایی برخوردار است. بر اساس نتایج تحقیق جنبی در زمینه ارزیابی کارایی مدل پیشنهادی (حسنی و همکاران، داده‌های منتشر نشده)، میانگین تعداد میوه مشاهده شده (۲۲۳۰/۶ عدد) با میانگین به دست آمده از برآورد مدل (۲۰۷۹/۲ عدد)، طبق آزمون کای اسکور، از نظر آماری اختلاف معنیداری در سطح ۱درصد نداشت.

۲. برآورد خسارت سرمازدگی

تعداد نمونه کافی برای برآورد خسارت سرمازدگی در هر باغ، بر اساس مساحت باغ، در جدول شماره ۷ ارائه شده است. به طور خلاصه اگر در باغی، تعداد درختان کمتر از ۵۰ اصله باشد، حداقل نمونه مورد ارزیابی (۲۰ درصد) تعداد ۱۰ اصله خواهد بود که می‌باید به طور کاملا تصادفی از باغ مورد نظر انتخاب شوند. به هر روی، با افزایش تعداد درختان در یک باغ، تعداد نمونه هم مطابق جدول شماره ۷ افزایش می‌یابد. با توجه به بذری بودن درختان گردو

در بیشتر باغهای کشور، این تعداد نمونه، براورد خوبی از وضعیت باغ ارائه می‌کند. با این حال، امکان افزایش دقت، به رغم افزایش تعداد نمونه ها وجود دارد، ولی به علت افزایش خطای انسانی بویژه در مساحتهای بزرگ، ممکن است دقت نمونه برداری کاهش یابد. در این راستا، شولتز و اشنایدر[13] (۱۹۵۵) نیز پیش از این به بررسی اندازه مناسب نمونه برای تعیین اندازه و کیفیت میوه، رشد درخت و درصد تشکیل میوه در سیب و هلو پرداخته بودند. آنها در مطالعه خود، به بررسی تغییرات در اندازه گیری در یک نمونه، تغییرات در نمونه ها و تغییرات در درختان مختلف و اثر آن بر دقت براوردها پرداخته و نشان داده بودند که ممکن است دقتهای متفاوتی با حجم کار مساوی، در بررسیهای پژوهشی به دست آید. به دیگر سخن، در مواردی که یک منبع دارای واریانس بیشتری است، افزایش دیگر منابع، بیشتر به حجم کار می‌افزاید تا به دقت آن.

جدول شماره ۷: حداقل تعداد درختان انتخابی مورد نیاز در باغهای گردو برای براورد عملکرد و میزان خسارت

تعداد نمونه	تعداد درخت بیمه شده	
	تا	از
۲۰ درصد از درختان (بالای ۱۰ درخت)	<۵۰	
۱+۱۰ برای هر ۲۰ درخت	۱۰۰	۵۰
۱+۱۲ برای هر ۵۰ درخت	۵۰۰	۱۰۰
۱+۲۰ برای هر ۱۰۰ درخت	۱۰۰۰۰	۵۰۰
۱+۲۵ برای هر ۱۵۰ درخت	۵۰۰۰	۱۰۰۰
۱+۵۲ برای هر ۱۵۰۰ درخت	۵۰/۰۰۰	۵۰۰۰
۱+۸۲ برای هر ۱۰۰۰۰ درخت	>۵۰/۰۰۰	

برگرفته از: یافته‌های پژوهش

همچنین، تأثیر تعداد نمونه در براورد صفتها در هلو مطالعه شده که تعداد نمونه حداقل برای بررسی اختلافهای میان نمونه ها بسته به صفتهای مختلف، متفاوت بوده و از ۶ تا ۴۰ اندازه گیری برای صفتهای مختلف، پیشنهاد شده است (۸). تعداد درختان انتخابی و تعداد نمونه در درخت نیز، می‌تواند باعث تغییرات میزان واریانس نمونه‌های انتخابی شود. بدیهی است در مواردی که واریانس نمونه گیری زیاد باشد، می‌باید، اندازه‌گیری‌ها از تعداد نمونه بیشتر شود و در مواردی که واریانس بین درختان بیشتر است، از تعداد درختان بیشتری، اندازه‌گیری‌ها انجام گیرد. در مورد شیوه نمونه برداری نیز، در هریک از درختان می‌باید، چهار شاخه (Shoot-S) برای ارزیابی خسارت انتخاب شود. انتخاب شاخه ها باید به گونه ای باشد که تمام تاج درخت را پوشش دهد.

3. Schultz and schneider

از آنجاکه رابطه میان سرمازدگی و کاهش عملکرد، به صورت خطی است، میزان سرمازدگی یا کاهش محصول، با تعیین درصد خسارت جوانه ها مشخص خواهد شد. به این منظور برای برآورد میزان خسارت سرما، ضروری است که نسبت به تعیین درصد سرمازدگی جوانه‌های انتهایی، درصد سرمازدگی جوانه‌های جانبی و درصد سرمازدگی شاتونها اقدام شود. با توجه به اینکه دانه‌های گرده به دست آمده از آن، در باروری گلهای ماده و تولید محصول نقش دارد، سرمازدگی شاتونها می‌تواند، به کاهش عملکرد محصول بینجامد. پس از تعیین و یادداشت برداری صفتهای پیشگفته، با توجه به چگونگی باردهی باغ که در زمان تعیین پتانسیل عملکرد مشخص شده است، میزان خسارت سرمازدگی، از حاصلضرب درصد سرمازدگی جوانه‌های جانبی و انتهایی درختان در میزان باردهی جانبی و انتهایی آنها، محاسبه خواهد شد. توضیح اینکه در زمان براورد پتانسیل عملکرد در یک باغ گردو، صفت عادت باردهی رقم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (جدول شماره ۳). بنابراین با توجه به خصوصیتهای اولیه باغ بیمه شده، گزینه‌های زیر برای براورد میزان خسارت در اثر سرمازدگی گلهای ماده یا(Pistillate Flowers Yield Loss (PFYL وجود دارد و میزان خسارت سرما به یکی از شیوه‌های زیر محاسبه خواهد شد:

۱) در صورت باردهی انتهایی Terminal Bearing (TB)، خسارت در میزان محصول برابر است با:

$$PFYL = TBD \times PYT^{1}$$

PYT^{1} = میزان پتانسیل اولیه عملکرد در درخت (که در زمان تعیین پتانسیل مشخص شده است)

۲) در حالتی که درختان دارای باردهی بینابینIntermediate Bearing (TB) باشند، خسارت در میزان محصول در هر درخت برابر است با:

$$PFYL = [(TBD \times PYT) \times 0.6 + (LBD \times PYT) \times 0.4]$$

۳) در حالتی که درختان دارای باردهی جانبی Lateral Bearing (LB) باشند، میزان خسارت در هر درخت برابر است با:

$$PFYL = [\ (TBD \times PYT) \times 0.45 + (LBD \times PYT) \times 0.55]$$

از سویی، در صورت خسارت سرما بر روی شاتونها، میزان عملکرد مورد انتظار Expected Yield (EY) بر اساس میزان دانه گرده دسترسپذیر Pollen Availability Index (PAI) در جدول شماره ۸ و به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$EY = PAI \times (PYT - PFYL)$$

بنابراین در صورت پدید آمدن سرمازدگی در شاتونها، میزان خسارت نهایی (Loss) در هریک از درختانی که برای پتانسیل انتخاب شده‌اند برابر است با:

$$Loss = PYT - EY$$

میانگین میزان خسارت در درختان باغ بیمه شده نیز، برابر با میانگین خسارت وارد آمده به درختان انتخابی است و مجموع خسارت وارد آمده برابر با میانگین خسارت در تعداد درختان خواهد بود..

جدول شماره ۸: تعیین میزان دانه گرده دسترسپذیر، بر اساس درصد سرمازدگی گرده در باغهای گردو

میزان دانه گرده دسترسپذیر (PAI)	شاخص	درصد سرمازدگی شاتون
۱۰۰	۰	بدون سرمازدگی شاتون (۱۰-۰)
۹۹	۱	سرمازدگی خیلی کم (۴۰-۱۰)
۹۴	۲	سرمازدگی کم (۶۵-۴۰)
۸۶	۳	سرمازدگی متوسط (۸۰-۶۵)
۶۵	۴	سرمازدگی زیاد (۹۰-۸۰)
۴۰	۵	سرمازدگی خیلی زیاد (۹۵-۹۰)
۵	۶	سرمازدگی کامل (۱۰۰-۹۵)

برگرفته از: یافته‌ها و محاسبه‌های پژوهش

۳. براورد خسارت بلایت، آنتراکنوز و ریزش گل و میوه

در مورد بلایت و آنتراکنوز با توجه به وقوع خسارت در زمانهای مختلف، از گلدهی تا زمان رسیدن محصول، ارزیابی میزان خسارت می‌تواند در زمانهای مختلف انجام گیرد. انتخاب درختان بر اساس جدول شماره ۷ صورت می‌پذیرد و از هر درخت، تعداد چهار شاخه (S) در چهار طرف درخت انتخاب می‌شود. در هر شاخه تعداد جوانه‌های بارده (fruitful bud-FB) اعم از میوه‌های باقیمانده، یا ریزش کرده، شمارش می‌شود تا درصد میوه‌های باقیمانده یا ریزش کرده نیز، به دست آید. مهمترین زمان پدید آمدن خسارت عوامل یاد شده، بلافاصله بعد از گلدهی تا حدود ۱ ماه پس از آن است که به علت حساسیت گلها، باعث ریزش آنها یا میوه‌های جوان خواهد شد. این حالت می‌تواند همزمان با ریزش گل و میوه در اثر گرده افشانی نشدن یا زیادی گرده، پدید آید.

درصد ریزش یا خسارت بلایت (Xanthomonas campestris) (XC) و آنتراکنوز (Marssonina juglandis) (MJ) برابر با مجموع خسارت در گلها یا میوه‌های باقیمانده (Intact-I) و ریزش کرده (Abscised-A) است. چنانچه ریزش در اثر بلایت یا آنتراکنوز با ریزش گلها و میوه ها در اثر گرده افشانی نشدن (Lack of Pollination –LP) یا زیادی گرده (Pistillate flower abscission-PFA) همزمان باشد، در این صورت با نمونه گیری از میوه‌های روی درختان و ریزش شده در کف باغ، نسبت به تعیین درصد میوه‌های آلوده به بلایت (XC) یا آنتراکنوز (MJ) و میوه‌های دارای عارضه PFA و ریزش شده در اثر گرده افشانی نشدن (LP) اقدام می‌شود.

$$a = \frac{fb - i}{fb}$$

$$LossX = (a \times gX) + ((1 - a) \times tX)$$

با استفاده از رابطه پیشگفته، میزان خسارت هریک از عوامل یاد شده با جایگزینی با X براوردپذیر خواهد بود. g و t نیز، به ترتیب مربوط به درصد خسارت در نمونه‌های جمع آوری شده از زمین (Ground-g) و درخت (tree-t) است.

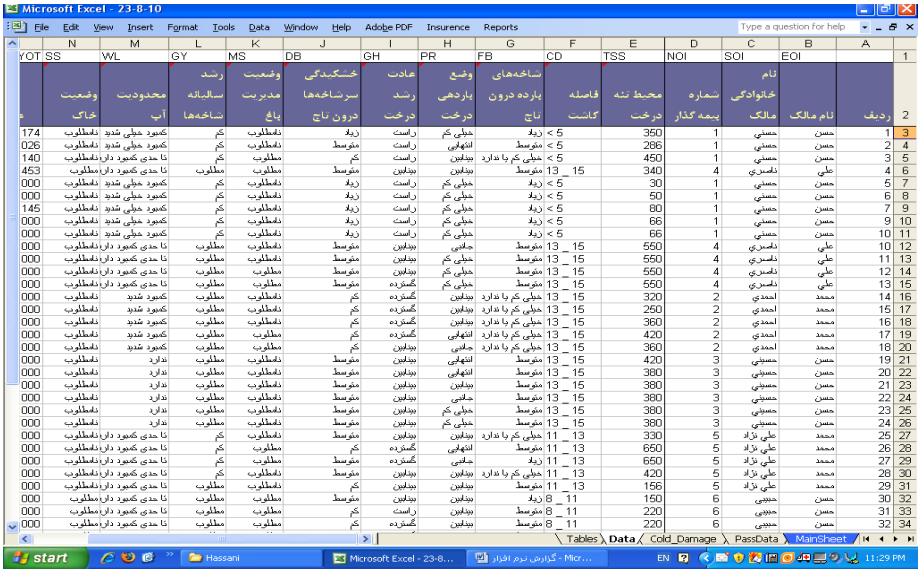
برای آسان شدن کار و آسودگی کاربر و پرهیز از محاسبه‌های گوناگون، ضریبهای مربوط به صفتها در ماتریسی مربوط به آن، تعیین شد و برنامه‌ای کامپیوتری در محیط اکسل به زبان ویژوال بیسیک طراحی گردید و با کمک آن کاربر بیمه یا کارشناس کشاورزی می‌تواند نسبت به تعیین میزان عملکرد و خسارت وارد آمده، اقدام کند (تصویر شماره ۱).

تصویر شماره ۱: نمایی از برنامه کامپیوتری برای محاسبه خودکار ضریبها و براورد پتانسیل کل و میزان خسارت وارد شده به تفکیک عوامل خسارت

تصویر شماره ۲: نمایی از صفحه ورود اطلاعات به برنامه کامپیوتری مدل براورد پتانسیل عملکرد و خسارت گردو

برای براورد پتانسیل عملکرد درختان نیز، کافی است تا از منوی ورود اطلاعات درختان استفاده شود (تصویر شماره ۲). این اطلاعات، دربردارنده مشخصاتی است که در گزارش مربوط، به عنوان عوامل مؤثر بر عملکرد معرفی شده است. کاربر، نخست کشاورز مورد نظر را انتخاب می‌کند. آنگاه مشخصات باغ مربوط و تعداد درختان، (تعداد درختانی که در این باغ باید ارزیابی شوند و تعداد درختانی که تاکنون ارزیابی شده اند) نمایش داده خواهد شد.

پس از تأیید مشخصات، اطلاعات در جدولی در اکسل ذخیره می‌شود (تصویر شماره ۳). گفتنی است، بسته به تعداد درختان هر باغ، تعداد درختانی که باید ارزیابی شود، متفاوت است و براورد عملکرد نیز، براساس میانگین این درختان انجام خواهد شد. سرانجام، با استفاده از گزینه گزارشگیری، امکان مشاهده براوردهای پتانسیل عملکرد و خسارت برای هرباغ، وجود دارد که محاسبه آن نیز، بر اساس خصوصیتهای اندازه‌گیری شده و مدل‌های معرفی شده در گزارش صورت پذیرفته است.



تصویر شماره ۳: نمایی از صفحه مربوط به چگونگی ذخیره اطلاعات ورودی در محیط اکسل

سپاسگزاری

این تحقیق، به عنوان پروژه تحقیقاتی ویژه در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و به سفارش و با هزینه صندوق بیمه کشاورزی انجام گرفته است که بدین وسیله از آن صندوق محترم، سپاسگزاری و قدردانی می‌شود.

منابع:

1. Barrite,B.H., B.S.Konisha ,and M.A. Dilley. (1997) "Tree Size, Yield , and Biennial Bearing Relationships with 40 Apple Rootstocks and Tree Scion Cultivars". *Acta Hort*. 451: 105-112.

2. Beede R .H. (1985). "Walnut Breeding.In: Walnut Orchard Management (Ed. D.E. Ramose)". *Div. Agr. Nat. Res*. Univ. of California.

3. Faust, M, (1989). Physiology of Temperate Zone Fruit Trees. John Willy, New York.

4. Ferell, R, S, and Lundgren, A, L .(1976). "Mathematical Functions for Predicting Growth and Yield of Black Walnut Plantations in the Central States". *In 'General Technical Report*, North Central Forest Experiment Station, USDA Forest Service. 1976, No. NC 24, 5 pp.; 8 ref'.

5. Hassani, D, M. Jafar Aghaee, R. Rezaee, S. Eskandari, M. R. Mozaffari. 2010a. "Determination of the Yield Potential of Walnut Trees". *Final Report of Project*. Seed and Plant Improvement Institute. Karaj, Iran

6. Hassani, D, R. Dastjerdi and M. Jafar Aghaee. (2010b). "Guideline for Evaluation and Determination of Factors Causing Damages in Walnut Orchards". *Final Report of Project*. Seed and Plant Improvement Institute. Karaj, Iran

7. Lombard, P.B., W. C. Nancy, F. G. Dennis, N.E. Looney, G. C. Martin, A. R. Renquist and E. A. Mielke. (1988). "Towards a Standardized Nomenclature, Procedures, Values and Units in Determining Fruit and Nut Tree Yield Performance". *HortScience* 23(5) 813-817

8. Marini, R.P. (1985). Sample Size Estimate for Peach Tree Growth and Yield Experiments. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110 (5): 604-608.

9. Miranda Jimanez, C. and J. B. Royo Diaz .(2003). "Statistical Model Estimates Potential Yields in Pear Cultivars 'Blanquilla' and 'Conference' before bloom." *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128(4): 452-457.

10. Miranda Jimenez, C., and J. B. Royo Diaz. (2004). "Statistical Model Estimates Potential Yields in 'Golden Delicious' and 'Royal Gala' Apples Before Bloom". Journal *of the American Society for Horticultural Science* 129 (1):20-25.

11. Miranda, C, and J. B., Royo. (2004). "Statistical Model Estimates Potential Yield in Golden Delirious and Royal Gala Apple before Bloom". *J.Amer.Soc. Hort.Sci*. 129 : 21-25.

12. Miranda, C., L. G. Santesteban, and J. B. Royo. (2008). Establishment of a Model to Estimate Crop Load on Japanese pulm (Prunus salicina Lindl.) before Bloom. *Acta Horticulturae* (803):307-312.

13. Moghadam, M. (1993). Biometry II for Post Graduate Students of Crop Breeding.university of Tabriz, Iran (In Persian)

14. Prunet, J, P, Ginibre, T, Germain, E .(2001). "Methods of Forecasting Walnut Yield". *Acta Horticulturae*. 2001, No. 544, 565 572; 3 ref.

15. Rezaee, R. (2005). "Zonal Grouping of Fruit Production Regions of Iran as a Strategy to Confront Frost Damage". First Iranian proceeding on frost damage and its control, 140-143(In Persian).

16. Robinson, T.L. and A.N. Lakso, (1991). "Bases of Yield and Production Efficiency in Apple Orchard Systems". *J.Amer.Soc. Hort.Sci*. 116 :188-194.

17. Santesteban, L. G., C. Miranda, and J. B. Royo. (2008). "Establishment of a Model to Estimate Crop Load on Sweet Cherry (Prunus avium L.) before Bloom". *Acta Hort* (803):313-318.

18. Schultz, E. F. and G. W. Schneider. (1955). "Sample Size Necessary to Estimate Size and Quality of Fruit, Growth of Trees and Percent Fruit Set of Apples and Peaches. *Proc. Amer. Soc. Hort*. Sci 66: 36-44

19. Splinter, W. E. (1974), Modelling of Plant Growth for Yield Prediction". *Agricultural meteorology*, 14: 243-253

Introducing Mathematical Models to Estimate Yield and Damages Caused by Selected Detrimental Factors in Walnut Orchards

Dr. D. Hasani*, R. Dastjerdi, Dr. R. Rezaee
Dr. M. J. Aghaee, Dr. K. Vahdati, A. B. Dehghani,
M. R. Mozafari, S. Eskandari, H. Hadadnejad & A. Soleimani.

Abstract

Walnut trees are subjected to damage of several detrimental factors including frost, hail, drought, pest and diseases such as anthracnose, blight and codling moth. Insurance of walnut tree against these factors is necessary to alleviate damages caused by these disasters. Accurate estimate of yield and damage caused by climatic and biological factors has special importance in major developmental decision-making, crisis management, determining the degree of damage in insurance industry and banks. Currently, insurance fund inaccurately determines insurance cost according to self expression of farmers which may cause over or under estimation resulting to financial loss for both of insured or insurer. Therefore, developing of an efficient model or instruction to estimate yield and crop damage has specific importance. In this research, according to records in organs damage in different phonological stages of walnut and correlated factors with yield, a mathematical model $[TY = tcsa \times (PTY(1 + (db + ci + om))w]$ was defined to estimate the yield of tree and damage caused by the climatic and biological factors in walnut orchards. This model estimates the potential yield at first, and then frost damage related to any of the organs of fruiting and fruiting habit in separation are subtracted from the total yield. For user convenience and to avoid multiple calculations, the coefficients corresponding to attributes were set in specific matrices and a computer program was designed in Visual Basic for Excel that can be used to determine the performance and damages of the product.

Key words:
Walnut, Frost Damages, Fruit Production, Late Spring Frost, Crop Insurance,

*. Horticultural Research Dept, Seed & Plant Improvement Institute, Karaj – Iran.
E-mail: hassanida@gmail.com