



پژوهشگاه سبزی و صیفی



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم باغبانی

نشریه فنی

ریحان (ناز بو)



نگارنده:

امیر هوشنگ جلالی

پیمان جعفری

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

موسسه تحقیقات علوم باغبانی

پژوهشکده سبزی و صیفی

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

عنوان نشریه: ریحان (ناز بو)

نگارندگان: امیر هوشنگ جلالی و پیمان جعفری

ناشر: موسسه تحقیقات علوم باغبانی - پژوهشکده سبزی و صیفی

شمارگان (تیراژ): ۱۵ نسخه

تاریخ انتشار: زمستان ۱۴۰۱

این نشریه با شماره ۶۲۹۷۹ مورخ ۱۴۰۱/۱۱/۱۶ از مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی به ثبت رسیده است.

فهرست مطالب

۱	چکیده
۲	۱- مقدمه
۳	۲- ترکیب‌های شیمیایی
۵	۳- زراعت ریحان
۵	۳-۱- کشت مستقیم
۵	۳-۲- کشت در خزانه
۶	۳-۳- کنترل علف‌های هرز
۷	۳-۴- ارقام ریحان
۱۳	۳-۵- آبیاری ریحان
۱۳	۳-۶- تغذیه ریحان
۱۵	۳-۷- نور و تولید ریحان
۱۷	۳-۸- برخی بیماری‌ها و آفات مهم ریحان
۱۷	۳-۸-۱- بیماری پژمردگی فوزاریومی
۱۷	۳-۸-۲- کپک خاکستری
۱۸	۳-۸-۳- سفیدک داخلی ریحان
۱۹	۳-۸-۴- مینوز برگ ریحان
۲۰	۳-۸-۵- انواع شته‌ها
۲۰	۳-۸-۶- انواع کرم‌های طوقه بر
۲۱	۳-۸-۷- انواع کنه
۲۲	۳-۹- تولید بذر ریحان
۲۴	۳-۱۰- برداشت ریحان
۲۶	۴- صمغ دانه ریحان
۲۹	۵- جنبه‌های اصلاحی گیاه ریحان
۲۹	۵-۱- اصلاح برای عملکرد و مصارف زینتی
۳۱	۵-۲- اصلاح برای مقاومت به بیماری پژمردگی فوزاریومی
۳۲	۵-۳- اصلاح برای مقاومت به بیماری کپک خاکستری
۳۳	۵-۴- اصلاح برای مقاومت به بیماری سفیدک داخلی
۳۴	۵-۵- اصلاح برای مقاومت به سرمازدگی
۳۶	۶- منابع

چکیده

ریحان یکی از سبزی های محبوب در سرتاسر دنیا محسوب می شود. اگرچه این گیاه علفی یک ساله از مناطق گرمسیری منشأ گرفته با این وجود به دلیل تحمل شرایط اکولوژیکی بسیار متغیر تقریباً در سراسر جهان گسترش یافته است. ریحان را می توان با شدت نور از ۱۸۰ تا ۳۰۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه رشد داد. فتوسنتز برگ های ریحان در محدوده ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر صورت می گیرد. ریحان دارای بیش از ۲۰۰ ترکیب شیمیایی بوده و ترکیب اسانس آن با توجه به رقم، منشأ جغرافیایی، فصل برداشت و غیره متفاوت است. کشت ریحان هم به صورت مستقیم (معمولاً با ۶-۲ کیلوگرم بذر در هکتار) و هم به صورت خزانه کاری قابل انجام است. مشکل علف های هرز در تراکم بالا عمدتاً تا اولین برداشت وجود دارد و بعد از آن گیاهان مزرعه را به طور کامل می پوشانند. بر اساس ویژگی مرفولوژیک انواع ریحان به پنج گروه و بر اساس ویژگی های شیمیایی و روغن موجود در آن به شش گروه مختلف تقسیم می شوند. ریحان در طول دوره رشد به آب نسبتاً زیاد (فواصل هفت روزه) نیاز داشته و کاهش ۴۰ درصدی ماده خشک در تیمار آبیاری بر اساس خروج ۵۰ درصد رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه گزارش شده است. با توجه به طول دوره رشد نسبتاً کوتاه ریحان در هر چین (با توجه به رقم و شرایط منطقه)، تغذیه مناسب آن از اهمیت ویژه برخوردار است و به ویژه تقسیم کود مصرفی (معمولاً بلافاصله پس از هر چین) مورد تأکید است. گل های بخش های میانی و پایینی ریحان زودتر تشکیل می شوند؛ بنابراین در همه شاخه ها (ساقه اولیه، درجه ۲ و درجه ۳) تشکیل بذر در قسمت های پایینی شاخه نسبت به قسمت های بالایی شاخه زودتر شروع شده و نسبت عملکرد دانه در قسمت های پایین شاخه بیشتر از قسمت های بالایی است. در کشورهای دارای آب و هوای مدیترانه ای، معمولاً سه تا پنج چین ریحان در سال برداشت می شود که اولین آن ۹۵-۹۰ روز پس از کاشت و برداشت بعدی در فواصل ۷۵-۶۰ روز است. برداشت ریحان جهت مصارف اسانس گیری در مرحله گلدهی کامل است. صمغ دانه ریحان یک هیدروکلئید جدید مشتق شده از گیاه با خواص عملکردی برجسته است که با برخی صمغ های تجاری قابل مقایسه است. علاوه بر جنبه های اصلاح عملکرد، امروزه تولید واریته های زینتی ریحان نیز از فعالیت های پررونق محسوب می شود و تلاقی بین واریته های مختلف با ایجاد رنگ ها و رایحه های دلپسند زمینه را برای یک تجارت پرسود فراهم کرده است.

کلمات کلیدی: اسانس، صمغ، رقم، ریحان

جنس *Ocimum* عضوی از خانواده Labiatae (نعنایان یا لب‌گشادگان) است. از ویژگی‌های بارز این خانواده ساقه مربعی شکل، برگ‌های متقابل و جداشده با نقاط غده‌ای شکل زیاد است. گل‌ها متقارن با دو لب مشخص هستند. این جنس به دلیل اسانس‌های حاوی مونوترپن‌ها^۱، سسکوی‌ترپن‌ها^۲ و فیل پروپانویدها^۳ بسیار معطر هستند. برخلاف چندین جنس اقتصادی دیگر در خانواده نعنائیان، جنس *Ocimum* برای رشد به گرما نیاز داشته و باید از یخ‌زدگی محافظت شود. جنس *Ocimum* یک گیاه دارویی مهم اقتصادی و دارویی است و باین‌حال طبقه‌بندی و نام‌گذاری آن کمی گیج‌کننده است. کد بین‌المللی نام‌گذاری گیاه‌شناسی تضمین می‌کند که نام‌ها توسط مجموعه‌ای استاندارد از قوانین پیوست می‌شوند. در ادبیات مربوط به جنس *Ocimum* و به‌ویژه در مقالات صنعتی و اقتصادی، این قوانین اغلب اعمال نشده‌اند و یک‌گونه اغلب با بیش از یک نام ذکر می‌شود. لینه^۴ در سال ۱۷۵۳ جنس *Ocimum* را در قالب ۵ گونه توصیف کرد. بنتهام^۵ (۱۸۳۲) حدود ۴۰ گونه را در جنس *Ocimum* شناسایی و آن‌ها را به ۳ بخش تقسیم کرد. در حال حاضر بیش از ۱۵۰ گونه از جنس *Ocimum* در سراسر جهان کشت می‌شود (Yaldiz and Camlica, 2021).

ریحان شیرین (*Ocimum basilicum* $2n = 2x = 48$) گیاهی علفی و یک‌ساله است که منشأ آن مناطق گرمسیری مانند هند، آفریقا و جنوب آسیا است. باین‌وجود این گیاه به دلیل تحمل شرایط اکولوژیکی بسیار متغیر تقریباً در سراسر جهان گسترش یافته است. متأسفانه در ایران آمار رسمی و دقیق در مورد سطح زیر کشت ریحان نه در سطح کشور و نه در سطح استان‌ها وجود نداشته و به‌طور مرسوم آمار سطح کشت این گیاه درون سایر سبزی‌ها تقسیم بندی می‌شود. مصارف تازه خوری، دارویی، آرایشی و ادویه‌ای برای این گیاه ذکر شده و مقدار اسانس آن با توجه به رقم، شرایط آب و هوایی و خاک از ۰/۱ تا ۰/۴۵ درصد متغیر است (Ekren et al., 2012). ریحان گیاهی است صاف و تقریباً بدون کرک که ارتفاع آن بین ۳۰ تا ۹۰ سانتی‌متر است. برگ‌ها هنگام بلوغ بیضی‌شکل،

1 - Monoterpenes
2 - Sesquiterpenes
3 - Phenylpropanoids
4 - Linnaeus
5 - Bentham

نیزه‌ای و دندانه‌دار بوده (به ویژه در انواع ریحان بنفش) و در هر دو سطح بدون کرک است. طول برگ‌ها به جز دم برگ تقریباً به ۵ سانتی‌متر می‌رسد و دم برگ‌ها ۲ سانتی‌متر طول دارد. گل‌ها سفید یا بنفش کم‌رنگ روی گل‌آذین‌های خوشه انتهایی بلند، به صورت تک شاخه یا چند شاخه دیده می‌شوند. کاسه گل همراه با شاخه‌ها رشد کرده و پس از گل‌دهی طویل شده و روی گیاه همراه با شاخه‌ها خشک می‌شود. چندشکلی و دگرگشتی باعث ایجاد تعدادی زیرگونه و گونه‌های مختلف از نظر ارتفاع، رویشگاه و رشد، درجه کرکی بودن و رنگ ساقه‌ها و برگ‌ها و گل‌های آن‌ها می‌شود (Pushpangadan and George, 2012). دگرگشتی ریحان با توجه به رقم از ۱/۶ تا ۱۹/۹ درصد در تغییر است (Nation et al., 1992).

۲- ترکیب‌های شیمیایی

بخش‌های مختلف گیاه ریحان دارای بیش از ۲۰۰ ترکیب شیمیایی مختلف است که برخی از مهم‌ترین آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است (Phippen and Simon, 1998). گل‌های ریحان به طور متوسط ۰/۴ درصد روغن تولید می‌کنند درحالی‌که کل گیاه حاوی ۰/۱ تا ۰/۲۵ درصد روغن است. با سه تا چهار برداشت اولیه گل (شامل گل‌های اصلی و فرعی) و برداشت نهایی کل گیاه، تقریباً ۳-۴ تن گل و ۱۳ تن گیاه کامل در هکتار می‌توان به دست آورد. به این صورت حدود ۱۳ کیلوگرم در هکتار روغن گل و حدود ۲۷ کیلوگرم در هکتار روغن گیاهی کامل (درمجموع ۴۰ کیلوگرم روغن در هکتار) قابل‌دستیابی است. روغن ریحان شیرین که هم از گیاه و هم از گل تولید می‌شود ارزش تجاری دارد: رایحه‌ای شبیه میخک، طعم معطر و تا حدودی شور داشته و به عنوان عامل طعم‌دهنده و عطر استفاده می‌شود (Farrell, 1985). ترکیب اسانس با توجه به رقم، منشأ جغرافیایی، فصل برداشت و غیره متفاوت است.

ترکیبات شیمیایی شامل مونوترپن‌ها، سسکوی ترپن‌ها، تری ترپن‌ها، فلاونوئیدها و ترکیبات معطر می‌شود. اجزای اصلی روغن ریحان شامل لینالول^۱، استراگول^۲ (متیل چاویکول^۳)، آنتول^۴، اوژنول^۵ و متیل اوژنول^۶ است که بر اساس ساختار شیمیایی متفاوت هستند. لینالول یک مونوترپنول با طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های بیولوژیکی مانند

1 - Linalool

2 - Estragole

3 - Methyl chavicol

4 - ٔAnethole

5 - Eugenol

6 - Methyl eugenol

آرام‌بخش، کاهش استرس و اثرات عصبی است. استراگول بوی شیرین و علفی رازیانه داشته و در ترکیبات عطری استفاده می‌شود. اوژنول در عطرسازی ها، طعم‌دهنده‌ها و به‌عنوان یک داروی ضد عفونی‌کننده محلی استفاده می‌شود (Li and Chang, 2016).

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی ریحان و روش‌های استخراج آن‌ها. اقتباس از: Pushpangadan and George, 2012

ردیف	ماده شیمیایی	طبقه‌بندی شیمیایی	روش جداسازی
۱	Linalool	مونوترپن‌وئید الکل	استخراج بدون حلال، مایکروویو و تقطیر با آب
۲	Eugenol	فنیل پروپانوئید	بخار، تقطیر
۳	1,8-cineole	مونوترپن‌وئید	تقطیر با آب
۴	Methyl eugenol	فنیل پروپن	تقطیر با آب
۵	Limonene	مونوترپن	حلال در فشار و دمای بالا
۶	β -elemene	سسکوی ترپن‌وئید	تقطیر هیدرو و گلیکول
۷	α -bergamotene	سسکوی ترپن	خیساندن سرد
۸	Bornyl acetate	استات استر	استخراج به کمک مایکروویو
۹	Menthol	الکل	استخراج با حلال سوکسله
۱۰	Camphor	ترپن‌وئید	استخراج مایع
۱۱	α -copaene	سسکوی ترپن	استخراج مایع فوق بحرانی
۱۲	β -caryophyllene	سسکوی ترپن	استخراج مایع فوق بحرانی
۱۳	Chicoric acid	فنیل پروپانوئید	استخراج مایکروویو با حلال
۱۴	Farnesene	سسکوی ترپن	بخار، تقطیر
۱۵	β -cadinene	بای سیکلیک سسکوی ترپن	استخراج مایع فوق بحرانی
۱۶	Menthyl acetate	مونوترپن	میکرواستخراج فاز جامد
۱۷	Germacrene	سسکوی ترپن	استخراج با حلال
۱۸	α -bisabolol	سسکوی ترپن الکل	استخراج دی اکسید کربن فوق بحرانی
۱۹	δ -gurjunene	سیکلوآرومادندران	استخراج مایع فوق بحرانی
۲۰	δ -cadinene	بای سیکلیک سسکوی ترپن	میکرواستخراج فاز جامد
۲۱	Estragole	فنیل پروپن	تقطیر با آب
۲۲	Neo isomenthol	متان مونوترپن‌وئید	تقطیر بخار
۲۳	Guaiene	سسکوی ترپن	تقطیر بخار
۲۴	Pulegone	مونوترپن‌وئید	استخراج مایع به کمک نمک زدن

۳- زراعت ریحان

کشت ریحان هم به صورت مستقیم و هم به صورت تهیه نشاء قابل انجام است.

۳-۱- کشت مستقیم

کاشت مستقیم کارآمدتر، مقرون به صرفه تر و سودمندتر از پرورش به صورت نشاء کاری است. وزن هزار دانه گیاه ریحان با توجه به رقم متفاوت است ولی در ارقام تجاری و توده های محلی این عدد معمولاً معادل ۱/۴-۱/۶ گرم در نظر گرفته می شود (Türkmen, et al., 2022). اگرچه در برخی منابع مقدار بذر مورد نیاز در هر هکتار کمتر از یک کیلوگرم در هکتار ذکر شده است ولی معمولاً در کشت مستقیم فضای آزاد برای اطمینان از توزیع یکنواخت بذر ۶-۲ کیلوگرم بذر در هکتار با ماسه خشک مخلوط و مصرف می شود (Hiltunen and Holm, 1999). با توجه به ریز بودن بذر ریحان تهیه بستر قبل از کاشت، عملیاتی بسیار مهم محسوب شده و مصرف بذر اضافی توسط برخی از کشاورزان به دلیل عدم توجه به این مطلب و هدر رفت بذر در هنگام کاشت است. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح زمین بوده و پس از آن فاروهای باریک و بلند با فاصله ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر تهیه می شود. کاشت به صورت تک ردیفه بوده و فاصله بین بوته ها حدود ۵-۴ سانتی متر در نظر گرفته می شود. سپس بذر را به صورت ردیفی با دست یا با ایجاد سوراخ های کم عمق می کارند. پس از کاشت بذر، روی بذر ها با خاک پوشیده می شود (عمق کاشت ۵/۰ سانتی متر). در صورت عدم بارندگی، مزرعه باید ظرف ۲۴ ساعت پس از کاشت آبیاری شود. با توجه به دمای محیط و شرایط خاک بذر ها ۱۵-۱۰ روز بعد جوانه می زنند. پس از ۲۵-۲۰ روز، زمانی که نهال ها به ارتفاع ۲۰-۱۵ سانتی متر رسیدند، در صورت نیاز می توان اولین وجین و تنک کردن و همچنین سله شکنی را انجام داد (Pushpangadan and George, 2012).

موارد مطرح شده در رابطه با کشت مستقیم در فضای آزاد مربوط به کشت های مکانیزه است که رعایت فواصل ردیفی بیشتر برای عبور ماشین آلات ضروری است. در شرایط عملی و به ویژه در کشت های سنتی در سطوح کم، ممکن است فواصل ردیف های کاشت ریحان به ۳۰ سانتی متر کاهش یابد و پشته های عریض تر به کشت دو یا حتی سه ردیف کاشت اختصاص داده شود.

۳-۲- کشت در خزانه

در کشت نشائی ابتدا خزانه با تهیه بستر مناسب و استفاده از کود دامی کافی آماده می شود. برای یک هکتار زمین اصلی، تقریباً ۳۰۰-۲۰۰ گرم بذر در خزانه کاشته می شود. پس از کاشت بذر لایه نازکی از مخلوط خاک و

کود دامی روی بذرها قرار می‌گیرد. سپس بستر با آبیاری می‌شود. ذکر این نکته نیز لازم است که تهیه بستر در کشت نشائی منحصر به یک روش ویژه و یا استفاده از مواد خاص نیست. بنابراین ممکن است با توجه به امکانات از موادی مثل (ورمی کمپوست، پیت ماس و کودهای دامی کاملاً پوسیده) در تهیه بستر استفاده شود. پس از تقریباً ۸ تا ۱۲ روز، بذرها جوانه می‌زنند و بوته‌ها در حدود ۶ هفته پس از کاشت آماده انتقال به مزرعه اصلی خواهند بود. گیاهان را می‌توان ۱۵ تا ۲۰ روز قبل از انتقال به زمین اصلی با محلول اوره ۲ درصد محلول‌پاشی کرد. این کار به ایجاد نشاءهای قوی کمک می‌کند. ممکن است بجای اوره از انواع کودهای مایع جهت محلول‌پاشی استفاده شود. در صورت لزوم می‌توان از قارچ کش کاپتان (غلظت دو در هزار) جهت کنترل بیماری‌های قارچی و از حشره کش دیازینون (غلظت دو هزار) برای کنترل حشرات استفاده نمود. تقریباً ۷-۶ هفته پس از کاشت، نشاءها آماده انتقال به زمین اصلی هستند. در این مرحله نهال‌ها باید چهار تا پنج برگ و ۱۵-۱۰ سانتی‌متر ارتفاع داشته باشند. برای انتقال نشاء به زمین اصلی باید از ویژگی‌های هواشناسی منطقه اطلاعات کافی داشته باشیم. در نواحی گرمسیر کشور مثل خوزستان انتقال نشاء به زمین اصلی در شهریور ماه و در نواحی معتدل با توجه به شرایط در یکی از ماه‌های بهار انجام می‌شود. برای گونه‌های مختلف جنس *Ocimum* فاصله کاشت در زمین اصلی ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر توصیه شده است. برای *O. basilicum* فاصله ۶۰×۶۰ سانتی‌متر توصیه شده است. تراکم بهینه کاشت برای مصارف روغن و اسانس ۱۷-۱۵ بوته در مترمربع و برای مصرف تازه خوری ۱۴-۸ بوته در مترمربع در نظر گرفته می‌شود (Hiltunen and Holm, 1999). در ایران به دلیل کاهش فواصل بین ردیف و روی ردیف این مقدار به دو تا سه برابر افزایش می‌یابد. هنگامی که آبیاری دوم انجام شد، نشاءها باید به‌خوبی مستقر شده باشند. این مرحله‌ای است که در آن باید واکاری انجام شده و هرگونه گیاه ضعیف جایگزین شود تا یکنواختی مورد انتظار ایجاد شود. در طول فصل رشد، گیاهان باید حداقل ۴ نوبت در ماه آبیاری شوند (Gulati et al., 1977, Pushpangadan and George, 2012).

۳-۳- کنترل علف‌های هرز

وجود علف‌های هرز باعث کاهش کیفیت محصول نهایی ریحان می‌شود؛ بنابراین کنترل علف‌های هرز بخش مهمی از فرآیند تولید ریحان است. مشکل علف‌های هرز در مزارع با تراکم بالا عمدتاً تا اولین برداشت وجود دارد، بعد از آن گیاهان مزرعه را به‌طور کامل می‌پوشانند و رشد علف‌های هرز را سرکوب می‌کنند. معمولاً علف‌های هرز باریک برگ یکساله مشکل عمده‌ای در زراعت ریحان محسوب نمی‌شوند ولی علف‌های هرز برگ پهن و برخی علف‌های هرز چند ساله می‌توانند از این لحاظ اهمیت داشته باشند. علف‌های هرز غالب در هر

منطقه متفاوتند ولی سلمه تره (*Chenopodium album*)، تاج خروس (*Amaranthus spp.*)، خرفه (*Portulaca*) و علف هرز انگل سس (*Cuscuta spp.*) از جمله معروف ترین علف های هرز در مزارع ریحان محسوب می شوند. کنترل علف های هرز عموماً به صورت مکانیکی انجام می شود، زیرا علف کش های نسبتاً کمی برای کشت ریحان مناسب تشخیص داده شده اند. در حال حاضر دیفنامید^۱ (۲ کیلوگرم در هکتار) برای کاربرد قبل از سبز شدن و نبرون^۲ (۱/۲ کیلوگرم در هکتار) هم برای قبل و هم برای پس از سبز شدن استفاده می شود (Hiltunen and Holm, 1999). خاک پوش های آلی فقط در مناطق کوچک برای کنترل علف های هرز مناسب هستند. خاک پوش پلاستیکی سیاه به یک انتخاب کاملاً مناسب برای کنترل علف های هرز، به ویژه در کشورهای شمال اروپا تبدیل شده است. خاک پوش پلاستیکی اثر بازدارندگی خوبی از رشد علف های هرز ایجاد می کند. خاک پوش پلاستیکی سیاه عملکرد تازه و خشک ریحان را به دلیل افزایش دمای خاک افزایش می دهد (Ricotta and Masiunas, 1991). علف کش پندیمتالین^۳ (۰/۵ کیلوگرم در هکتار قبل از سبز شدن محصول) نیز برای کنترل علف های هرز مزارع ریحان پیشنهاد شده است اما تأثیر آن در کنترل علف های هرز به اندازه استفاده از خاک پوش های پلی اتیلنی نبوده است (Giri et al., 2016). مشابه مزارع حبوبات علف کش بنتازون^۴ (بازاگران) نیز در کنترل علف های هرز ریحان مورد استفاده قرار می گیرد ولی متأسفانه در سال های اخیر به دلیل گرانی قیمت آن کمتر مورد توجه بوده است.

۳-۴- ارقام ریحان

در تقسیم بندی های ساده معمولاً ریحان ها به دو گروه ریحان سبز (ریحان شیرین) و ریحان بنفش تقسیم بندی می شود. در سایر پژوهش ها ممکن است گروه بندی های مفصل تری ارائه شود. در پژوهشی های دیگر بر اساس ویژگی مرفولوژیک، *O. basilicum* به ۶ گروه تقسیم بندی شده است. در این گروه بندی ارقام ریحان شیرین^۵ و ریحان ژنووژ^۶ در گروه A یعنی ریحان های واقعی قرار گرفتند. گروه دوم یعنی گروه B شامل ریحان های برگ ریز^۷

1 - Diphenamid

2 - Neburon

3 - Pendimethalin

4 - Bentzone

5 - Sweet basil

6 - Genovese

7 - Small-leaf basil

هستند. ریحان‌های برگ کاهویی^۱ گروه C را تشکیل می‌دهند. گروه آخر، گروه ریحان‌های بنفش است که خود به سه گروه (a، b و c) تقسیم می‌شود. گروه ریحان بنفش a روی ساقه دارای رنگ‌دانه‌های آنتوسیانین است ولی برگ‌های سبز دارد. گروه ریحان بنفش b برگ‌های بنفش‌رنگ دارد. گروه c فقط دارای یک‌سویه به نام بنفش رافلی^۲ می‌شود که دارای ویژگی‌های حد واسط دو گروه قبل است (Carovic-Stanko et al., 2011).

علاوه بر تقسیم‌بندی‌های فوق *O. basilicum* بر اساس ویژگی‌های شیمیایی روغن به پنج گروه شامل گروه با لینالول^۳ زیاد، گروه دارای لینالول/ ترانس آلفا برگاموتن^۴، گروه دارای لینالول/متیل کاویکول^۵، گروه دارای لینالول/ترانس متیل سینامات^۶ و گروه با مقادیر زیاد متیل کاویکول کیموتایپ^۷ تقسیم شده‌اند (Varga et al., 2017).

از دید اقتصادی ارقام بسیار متنوعی از ریحان با مصارف مختلف شناسایی و توسط کشاورزان مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ارقام ممکن است در مواردی مثل تهیه اسانس، مصرف تازه خوری و یا مصارف آشپزی مورد استفاده قرار گیرند. برخی از این ارقام در شکل ۱ ارائه شده است (Rhoades, 2021).

1 - Lettuce-leaf basil

2 - Purple Ruffles

3 -Linalool

4 -Linalool/trans- α -bergamotene

5 -Linalool/methyl chavicol

6 -Linalool/trans-methyl cinnamate

7 -High-methyl chavicol chemotype



ریحان لیمویی
Lemon Basil



ریحان بنفش رقم اپال تیره
Dark Opal



ریحان برگ کاهویی
Lettuce Leaf Basil



ریحان مارسه
Marseille basil



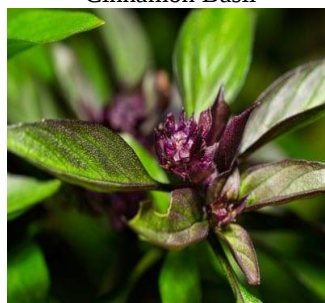
ریحان دارچینی
Cinnamon Basil



ریحان شیرین بیان
Licorice Basil



ریحان قرمز روبین
Red Rubin Basil



ریحان تایلندی
Thai Basil



ریحان بوته ای (یونانی)
Bush Basil



ریحان مقدس
Holy Basil (*Ocimum tenuiflorum*)



ریحان جادویی مایکل
Magical Michael Basil



ریحان ژنوو
Genovese basil

شکل ۱- برخی از انواع ریحان کشت شده در مناطق مختلف جهان. اقتباس از : Rhoades, 2021



ریحان ملکه سیام
Siam Queen Basil



ریحان رافل بنفش
Purple Ruffles



ریحان نوفر
Nufar Basil



ریحان یاقوتی اصلاح شده
Amethyst Improved Basil



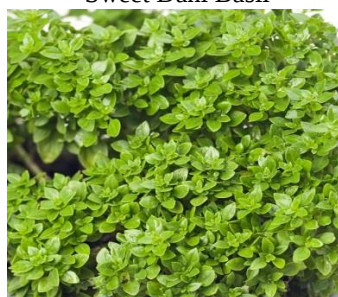
ریحان شیرین دنی
Sweet Dani Basil



ریحان کروی معطر
Spicy Globe Basil



ریحان تالیندی ملکه
Queenette Thai Basil



ریحان پیستو
Pistou Basil



خانم ریحان برنزی
Mrs. Burns Basil



ریحان معطر آبی
Blue Spice Basil

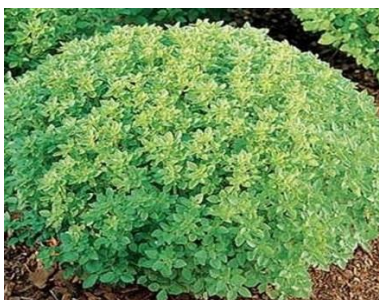


ریحان سراتا
Serata Basil



ریحان ناپلتنو
Napoletano Basil

ادامه شکل ۱- برخی از انواع ریحان کشت شده در مناطق مختلف جهان. اقتباس از : Rhoades, 2021



ریحان مینت
Minette Basil



ریحان فینو ورد
Fino Verde Basil



ریحان اوسمین
Osmin Basil



ریحان ملکه سبا
Queen Of Sheba Basil

ادامه شکل ۱- برخی از انواع ریحان کشت شده در مناطق مختلف جهان. اقتباس از : Rhoades, 2021

در ایران توده های بومی زیادی در نقاط مختلف کشور رشد می کنند. اگرچه هم نژادهای سبز و هم ارغوانی در سرتاسر کشور یافت می شوند، اما انواع سبز به طور گسترده تری کشت می شوند. با این حال، تاکنون رقم تجاری برای این گیاه در ایران وجود ندارد. توده ها، جمعیت های محلی رشد یافته هستند که شامل مجموعه ای از لاین ها و ژنوتیپ های مختلف هستند. توده ها ممکن است از نظر ژنتیکی و فنوتیپی متفاوت باشند. برآوردی در مورد تنوع درون توده ای برای صفات مختلف در توده های ریحان شیرین ایران وجود ندارد. میزان تلاقی بین توده ها^۱ در ریحان بسته به نوع توده یا رقم از ۱/۶ تا ۱۹/۹ درصد متغیر است (Nation et al., 1992). انتخاب لاین، اولین گام برای اصلاح رقم از یک نژاد بومی در گیاهان خود بارور است. نژادهای بومی ریحان مخلوطی از بسیاری از لاین های همزاد هستند. انتخاب تک گیاه که هموزیگوت است و تکثیر بذر آن منجر به تولید یک لاین خالص جدید می شود. در نتیجه، همه افراد در یک لاین خالص از نظر ژنتیکی یکسان هستند و تنوع فنوتیپی آن ها اثری نیست (Akbari et al., 2019). نام برخی از توده ها یا جمعیت های در حال خالص سازی ریحان سبز و بنفش در ایران در جدول ۲ نشان داده شده است (آملی و همکاران، ۱۳۹۶، Akbari et al., 2019).

1 - Outcrossing

جدول ۲- برخی توده‌های ریحان سبز و بنفش موجود در ایران. اقتباس از: آملی و همکاران، ۱۳۹۶، Akbari et al., 2019

ردیف	نام توده	منشأ	نوع
۱	مازندران	مازندران	ریحان بنفش
۲	قائم شهر	مازندران	ریحان بنفش
۳	نکا	مازندران	ریحان بنفش
۴	بهشهر	مازندران	ریحان بنفش
۵	فرح آباد	مازندران	ریحان بنفش
۶	بهنمیر	مازندران	ریحان بنفش
۷	دستگرد	اصفهان	ریحان بنفش
۸	مبارکه	اصفهان	ریحان بنفش
۹	نجف آباد	اصفهان	ریحان بنفش
۱۰	اردستان	اصفهان	ریحان بنفش
۱۱	درچه	اصفهان	ریحان بنفش
۱۲	بیرجند	خراسان	ریحان بنفش
۱۳	بیرجند	خراسان	ریحان سبز
۱۴	کاشان	اصفهان	ریحان سبز
۱۵	کرمانشاه	کرمانشاه	ریحان سبز
۱۶	ملایر	همدان	ریحان سبز
۱۷	مشهد	خراسان	ریحان سبز
۱۸	پیشوا	تهران	ریحان بنفش
۱۹	پیشوا	تهران	ریحان سبز
۲۰	شهر ری	تهران	ریحان سبز
۲۱	شیراز	فارس	ریحان سبز
۲۲	تهران	تهران	ریحان سبز
۲۳	تنکابن	مازندران	ریحان سبز
۲۴	زاهدان	سیستان و بلوچستان	ریحان سبز

۳-۵- آبیاری ریحان

ریحان نیاز به تأمین آب مداوم دارد و در تمام مراحل رشد نسبت به تنش آبی حساس است. در کشورهای که آب و هوای گرم دارند، آبیاری یک پیش شرط مطلق برای کشت ریحان محسوب می شود. از دید تجربی معمولاً فواصل آبیاری ۷-۱۰ روزه برای آبیاری ریحان پیشنهاد می شود. آبیاری بلافاصله پس از انتقال نشاء به زمین اصلی (در شرایط نشاکاری) و در هنگام سبز شدن گیاه پس از کاشت مستقیم از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Hiltunen and Holm, 1999). مدیریت آب در کشت ریحان بر اساس میزان رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه مورد محاسبه و ارزیابی قرار می گیرد.

برخی از مطالعات ثابت کرده اند که در شرایط گلخانه ای هم برای ریحان سبز و هم برای ریحان بنفش آبیاری با ۷۰ درصد مورد نیاز در محدوده ظرفیت مزرعه هم کارایی استفاده از آب را افزایش می دهد و هم عملکردهای تازه خوری قابل قبولی را ایجاد می کند (Goldani et al., 2021). کاهش ۴۰ درصدی ماده خشک ریحان در تیمار آبیاری بر اساس ۵۰ درصد از رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه گزارش شده است (Bekhradi et al. 2015). با توجه به تنوع بسیار زیاد ارقام ریحان، نتایج تیمارهای تنش آبی بر عملکرد اسانس و ترکیبات آن بسیار متفاوت و شامل افزایش، کاهش و یا بدون تغییر بوده است. به هر حال در اکثر منابع نیاز خالص آبی کشت ریحان بیش از ۷ یا بیش از ۸ هزار مترمکعب در هکتار ذکر می شود که بیشترین مقدار مصرف آب از میان چهار مرحله فنولوژی رشد (اولیه، توسعه، میانی و پایانی) مربوط به مرحله میانی رشد است (فرحبخش و همکاران، ۱۳۹۸، Kalamartzis et al., 2020).

۳-۶- تغذیه ریحان

با توجه به فصل رشد نسبتاً کوتاه ریحان در هر چین، تغذیه مناسب آن از اهمیت ویژه برخوردار است. اگرچه آزمون خاک راه مناسبی برای تعیین مقادیر کود مصرفی است ولی در برخی از پژوهش ها مقادیر تقریبی کود برای کشت موفق ریحان ذکر شده و به ویژه به تقسیم کود مصرفی (معمولاً بلافاصله پس از هر چین) تأکید گردیده است (Hiltunen and Holm, 1999). به عنوان مثال عملکرد ۴۰ تن محصول تر (۷/۳ تن محصول خشک) با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن، ۱۰۰ کیلوگرم فسفر و ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم خالص طی دو چین متوالی در شرایط خاک های ضعیف و شنی به دست آمده است (Wahab and Hornok, 1982). عناصر ریزمغذی نیز مورد نیاز زراعت ریحان است اما توان ارقام و توده های ریحان در جذب این عناصر متفاوت است. در پژوهشی ۱۵ توده ریحان از نظر جذب

برخی عناصر ریزمغذی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد مقدار منگنز دامنه‌ای از ۳۴/۳۳ تا ۴۹ میلی گرم در کیلوگرم داشت و توده‌های شیراز ۲ و مشهد ۱ به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار جذب منگنز را داشتند. مقدار جذب آهن دامنه‌ای از ۲۰۶ تا ۴۴۶/۳ میلی گرم در کیلوگرم در نوسان بود و بیشترین و کمترین مقادیر جذب آهن در توده‌های افغانی و شهرضا مشاهده شد. مقدار روی در توده‌ها از ۳۶/۶۷ تا ۷۸/۶۷ میلی گرم در کیلوگرم تغییر کرد و توده‌های اردستان و جرقویه به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقادیر عنصر روی بودند (Javari and Asadi, 2017).

مدیریت تغذیه ریحان بنفش نیز مشابه ریحان سبز است ولی علائم کمبود عناصر غذایی ممکن است قدری متفاوت باشد. علائم کمبود برخی از عناصر کم مصرف در ریحان بنفش رقم رد روبین^۱ در شکل ۲ و علائم کمبود همین عناصر در ریحان برگ درشت ایتالیایی سبز در شکل ۳ نشان داده شده است (Paparozzi et al., 2022).



شکل ۲- علائم کمبود آهن (پایین چپ)، کمبود منگنز (پایین وسط) و کمبود روی (پایین راست) در مقایسه

با گیاه شاهد (بالا). اقتباس از: Paparozzi et al., 2022

1 -Red Rubin



شکل ۳- علائم کمبود آهن (پایین چپ)، کمبود منگنز (پایین وسط) و کمبود روی (پایین راست) در مقایسه

با گیاه شاهد (بالا). اقتباس از: Paparozzi et al., 2022

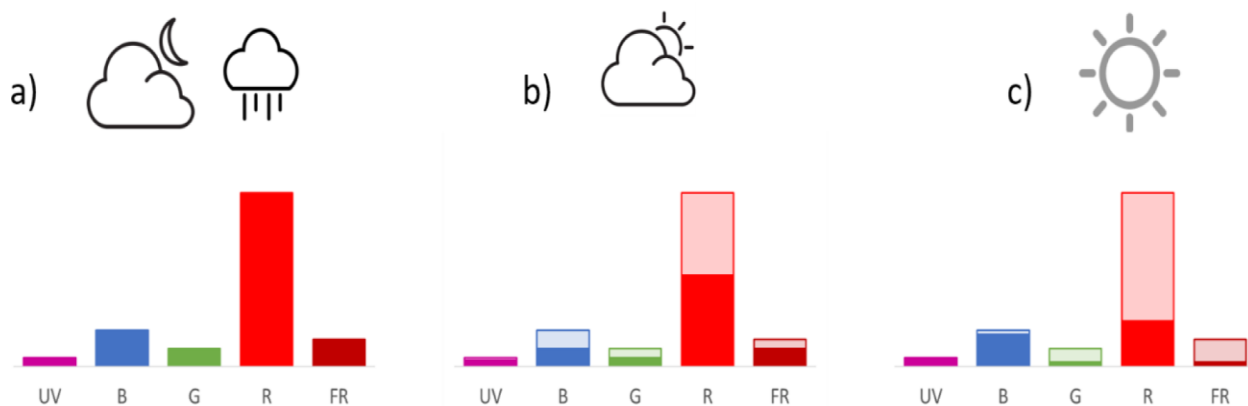
۳-۷- نور و تولید ریحان

برای تداوم رشد گیاه ریحان و داشتن مقدار بیشتر اسانس حداقل ۱۵۰۰ ساعت نور خورشید در سال لازم است. به طور معمول ریحان به صورت مستقیم و در زمین اصلی کشت می شود. در آب و هوای گرم سالانه می توان سه تا پنج چین از این گیاه برداشت نمود. در آب و هوای سردتر، فصل رشد ممکن است تنها اجازه دو برداشت در سال را بدهد. معمولاً اولین برداشت در اوایل تابستان و دومی درست قبل از گلدهی شروع می شود. برای تولید ریحان در تمام طول سال، گیاهان در گلخانه کشت شده و در تابستان هر شش هفته و در زمستان هر ۸ هفته یکبار برداشت می شوند (Chang et al., 2013). معمولاً محصول چین اول به دلیل داشتن بافت لطیف (فیبر کم) برای تولید انواع سس و چین های بعدی به دلیل داشتن فیبر بیشتر برای تولید اسانس مناسب تر است (Carlo et al., 2013).

ریحان را می توان با شدت نور از ۱۸۰ تا ۳۰۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه رشد داد. فتوستنز برگ های ریحان در محدوده ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر صورت می گیرد. اگر شدت نور خیلی کم باشد، نهال های ریحان شیرین

پاکوتاه و کوچک می‌شوند، این گیاهان سامانه ریشه‌ای ضعیفی داشته و پس از انتقال به زمین اصلی (درکشت نشائی) رشد ضعیفی دارند. هنگامی که شدت نور خیلی زیاد است، گیاهان ممکن است از نور به طور مؤثر استفاده نکرده و انرژی هدر می‌رود. همچنین ممکن است باعث آسیب به برگ و کاهش رشد و کیفیت گیاه شود. تولید زیست‌توده خوراکی ریحان در تابش ۵۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه با استفاده از شرایط محیطی 4 ± 25 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی کنترل‌شده، عدم غنی‌سازی دی‌اکسید کربن و تغذیه معدنی با استفاده از محلول هوگلند اصلاح شده امکان‌پذیر است (Beaman et al., 2009). کاهش تابش و دست‌کاری دوره نوری برای ریحان ممکن است محتوای نیترات را کاهش داده و غلظت کلروفیل را افزایش دهد و در نتیجه غلظت کاروتنوئید را افزایش دهد. اندازه‌گیری وزن تازه ریحان شیرین در نور آبی (۲۰۰ میکرومول در مترمربع در ثانیه) در مقایسه با شدت نور کم (۱۰۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) نشان داد در نور شدیدتر عملکرد تازه ریحان کمتر بود. (Dou et al., 2018). نسبت نور قرمز به آبی نیز در عملکرد ریحان مؤثر است. بهترین نسبت این دو نور جهت افزایش عملکرد نسبت ۳ به ۱ (به ترتیب قرمز و آبی) است (Pennisi et al., 2019).

امروزه لامپ‌هایی با قابلیت تنظیم طیف نوری برای گلخانه‌ها به بازار عرضه‌شده است که به صورت خودکار با توجه به موقعیت شبانه‌روز میزان و نوع طیف نوری را تعیین می‌کنند. این طیف نور شامل نور ماوراءبنفش UV کمتر از ۴۰۰ نانومتر، آبی ۴۰۰-۵۰۰ نانومتر، سبز ۵۰۰-۶۰۰ نانومتر، قرمز ۶۰۰-۷۰۰ نانومتر و قرمز دور ۷۰۰-۸۰۰ نانومتر می‌شود. خلاصه عملکرد این لامپ‌ها و تأثیر آن بر کیفیت نور در شکل ۴ نشان داده شده است (Sipos et al., 2021).



شکل ۴- شمایی از تغییرات میزان تأمین طیف نوری به وسیله لامپ‌های خودکار در شرایط ابری (a)، نیمه‌ابری (b) و

آفتابی (c). اقتباس از Sipos et al., 2021

۳-۸- برخی بیماری‌ها و آفات مهم ریحان

برخی از مهم‌ترین بیماری‌های ریحان عبارت‌اند از:

۳-۸-۱- بیماری پژمردگی فوزاریومی (*Fusarium oxysporum* f. sp. *17asilica* (FOB)

گیاهان آلوده رشد نامتقارن و پیچ‌خورده بوده و دچار کلروز و پژمردگی می‌شوند. تغییر رنگ از برگ‌های راسی شروع می‌شود. علائم خارجی با تغییر رنگ آوند چوبی همراه است که بیشتر در قسمت راسی گیاه قابل تشخیص است. علائم نکروز از رأس رویشی به کل گیاه امتداد می‌یابد، درحالی‌که ریشه‌ها و پایه ساقه تا مرحله نهایی بیماری بدون علامت باقی می‌مانند. گیاهان جوان ۴ تا ۷ روز پس از بروز اولین علائم به سرعت می‌میرند. عامل بیماری هم در خاک و هم در هوا وجود دارد. گردش هوای مکرر ناشی از کار با فن در گلخانه به میزان زیادی پراکندگی بیماری در هوا را تسهیل می‌کند. جمع‌آوری و انهدام بقایای گیاهی، افزایش فاصله بین بوته‌ها و افزایش تهویه، تناوب با گیاهان غیرمیزبان حداقل به مدت سه سال، کاشت بذور سالم و عاری از بیماری، کاشت ارقام مقاوم به بیماری و سم‌پاشی با قارچ‌کش‌های مناسب از راه‌های کنترل بیماری محسوب می‌شود (شکل ۵) (Garibaldi et al., 1997).



شکل ۵- علائم بیماری پژمردگی فوزاریومی روی گیاه ریحان. اقتباس از: Roos, 2022

۳-۸-۲- کپک خاکستری (*Botrytis cinerea*)

در شرایط مساعد در طول بهار و پاییز این بیماری در سامانه‌های کشت ریحان بسیار رایج است و باعث ایجاد علائم روی برگ‌ها و ساقه می‌شود. اندام‌های عفونی، میسلیم‌های سفید مایل به خاکستری فراوان و پوشیده از کنیدی‌های تیره تولید می‌کنند. کنیدی‌ها به راحتی در جریان باد یا با پاشیدن باران از گیاهی به گیاه دیگر پخش می‌شوند. میسلیم‌های ساپروفیت یا اسکروتیوم در دوره‌های نامطلوب روی بقایای محصول زنده می‌مانند. ساقه‌های برداشت‌شده بلافاصله پس از برداشت به شدت پذیرای عفونت هستند و با گذشت زمان این پذیرش کاهش می‌یابد. این بیماری ممکن است بر روی دسته‌های بسته‌بندی‌شده در طول حمل‌ونقل به بازار ایجاد شود که منجر به

پوسیدگی کل بسته می‌شود. ضد عفونی بذور قبل از کاشت، ضد عفونی خاک، سم‌پاشی هنگام جوانه‌زنی و باز شدن اولین برگ‌ها و سم‌پاشی در صورت وجود آلودگی و تکرار آن با فاصله دو هفته یک‌بار با قارچ‌کش‌های مناسب از رویکردهای مقابله با این بیماری است (Garibaldi et al., 1997).

۳-۸-۳- سفیدک داخلی ریحان *Peronospora belbahrii* (گاهی بانام سفیدک کرکی نیز شناخته می‌شود) اسپورهای پاتوژن که به وفور تولید می‌شود به راحتی با باد پراکنده می‌شود. این سازوکار اصلی پراکندگی عامل بیماری‌زا است و آن را قادر می‌سازد هر تابستان در مزارع پراکنده شود. این بیماری بذور زاد است. برگ‌های آلوده با هرگونه علائمی به عنوان گیاه تازه غیرقابل فروش محسوب می‌شوند. گاهی این بیماری باعث از بین رفتن کامل محصول شده است. قابل توجه‌ترین علامت بیماری ایجاد حالت کلروز است که می‌تواند شبیه یک کمبود تغذیه‌ای باشد، بنابراین زمانی که سفیدک داخلی برای اولین بار ایجاد می‌شود پرورش دهندگان عموماً وجود آن را تشخیص نمی‌دهند. در مرحله بعد هاگ زایی پاتوژن تقریباً منحصراً در سطوح پایینی برگ قابل مشاهده است؛ بنابراین مشاهده هاگ در سطح زیرین برگ‌ها کلید تشخیص است. از آنجایی که هاگ‌ها در طول شب تاریک تولید می‌شوند، صبح زود بهترین زمان برای بررسی ریحان است. انتخاب گونه مقاوم و استفاده از قارچ‌کش‌ها از اقدامات اولیه مدیریتی برای سفیدک داخلی هستند (شکل ۶). (Cornell Vegetables, 2022). در حال حاضر در دنیا از



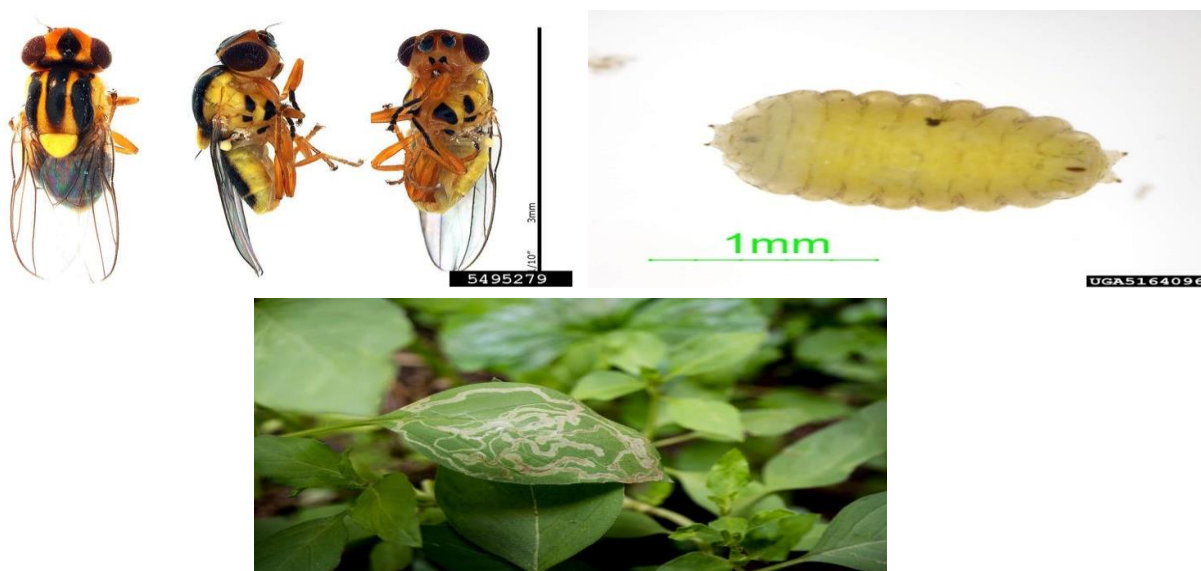
شکل ۶- علائم بیماری سفیدک داخلی روی گیاه ریحان. اقتباس از: Cornell Vegetables, 2022

قارچ کش مفنوکسام^۱ برای کنترل سفیدک داخلی ریحان استفاده می شود که اخیراً گزارش هایی مبنی بر مقاومت عامل بیماری به این قارچ کش نیز اعلام گردیده است (Wyenandt et al., 2015).

برخی از مهم ترین آفات ریحان عبارت اند از:

۳-۸-۴- مینوز برگ ریحان *Liriomyza* spp.

آفت بالغ یک مگس کوچک سیاه و زرد است که تخم های خود را در برگ می گذارد. لارو از تخم بیرون می زند و از داخل برگ تغذیه می کند. لاروهای مینوز با احداث تونل از آن تغذیه و رشد می کنند. تونل ها در ابتدا شفاف هستند که بعداً قهوه ای می شوند (شکل ۷). همچنین این تونل با فضولات انباشته شده است؛ بنابراین بهتر است از خوردن برگ های آلوده خودداری کنید. به طور کلی، حمله مینوزها به برگ هیچ تأثیری بر رشد گیاه ندارد، اما می تواند آسیب قابل توجهی به سبزی های سبز مانند اسفناج، ریحان و غیره وارد کند. معمولاً لاروهای بالغ به زمین می ریزند و در خاک شفیره می شوند. مالچ پاشی خاک با مواد مناسب باعث کاهش آلودگی برگ می شود. برای پیشگیری و کنترل این آفت قبل از کاشت، نشاها را از نظر علائم آسیب بررسی کنید. بلافاصله پس از برداشت گیاهان را از روی خاک بردارید. فقط زمانی از حشره کش ها استفاده کنید که آسیب مینوز برگ شدید باشد (Plant Village, 2022).



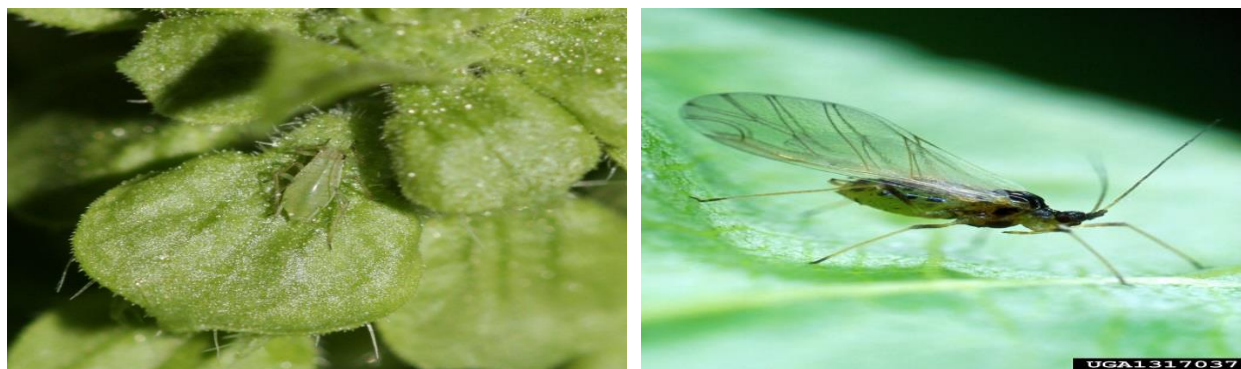
شکل ۷- آفت مینوز (حشره بالغ و لارو) و همچنین علائم خسارت روی گیاه ریحان. اقتباس از: Plant

Village, 2022

1 - Mefenoxam

۳-۸-۵- انواع شته‌ها

حشرات کوچک با بدن نرم در سطح زیرین برگ‌ها و یا ساقه‌های گیاه. معمولاً به رنگ سبز یا زرد است، اما بسته به گونه و گیاه میزبان ممکن است صورتی، قهوه‌ای، قرمز یا سیاه باشد (شکل ۸). اگر آلودگی شته‌ها شدید باشد، ممکن است باعث زرد شدن برگ‌ها و یا انحراف، لکه‌های نکروزه روی برگ‌ها و یا رشد شاخه‌ها شود. شته‌ها ماده‌ای چسبناک و شیرین به نام عسلک ترشح می‌کنند که باعث رشد کپک‌های دوده‌ای روی گیاهان می‌شود. اگر جمعیت شته‌ها فقط به چند برگ یا شاخه محدود شود، می‌توان آلودگی را برای کنترل هرس کرد. قبل از کاشت نشاءها را برای شته‌ها بررسی کنید. خاک‌پوش‌های بازتابنده نور مانند پلاستیک نقره‌ای رنگ می‌توانند شته‌ها را از تغذیه گیاهان بازدارند. حشره‌کش‌ها معمولاً فقط برای زمانی که آلودگی بسیار زیاد باشد توصیه می‌شوند و گیاهان معمولاً آلودگی در سطوح پایین و متوسط را تحمل می‌کنند (Saethre et al., 2011).



شکل ۸- آفت شته روی گیاه ریحان. اقتباس از: Plant Village, 2022

۳-۸-۶- انواع کرم‌های طوقه بر

لاروها در مرحله اولیه از بخش‌های فوقانی تغذیه کرده و از برگ‌ها تغذیه کرده و فقط اسکلتی از آن باقی می‌ماند (شکل ۹). همچنین ساقه نهال را در نزدیکی زمین قطع می‌کنند که منجر به تلفات سنگین می‌شود. کنترل علف‌های هرز و کنترل شیمیایی (در صورت شدت آلودگی) برای کنترل این آفت پیشنهاد شده است (Plant Village, 2022). با توجه به این که ریحان مصرف تازه خوری دارد باید دقت شود دوره کارنس (خنثی شدن اثر سم در یک مدت مشخص) برای سمومی مثل (کلروپیرفوس ای سی) سپری شده باشد و یا از حشره‌کش‌های بیولوژیک استفاده شود. اخیراً حشره‌کش بیولوژیک BT (حاوی عامل فعال باسیلوس تورنجنسیس) حاوی باکتری

مفید و بدون زیان برای انسان و سایر جانداران جهت استفاده روی سبزی‌ها و محصولات باغی و زراعی معرفی شده است. این حشره‌کش در سنین اول لاروی استفاده می‌شود. علاوه بر این به دلیل حساسیت این فرآورده به نور ماوراء بنفش خورشید، بهترین ساعت محلول پاشی در هوای خنک و به دور از تابش آفتاب است (Bravo et al., 2011).



شکل ۹- آفت شته روی گیاه ریحان. اقتباس از: Plant Village, 2022

۳-۸-۷- انواع کنه

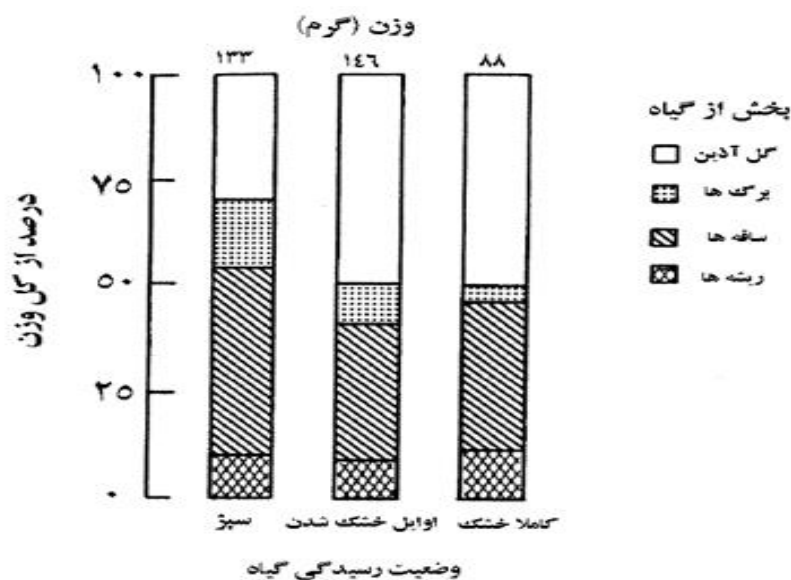
در میان آفات که آسیب کاملاً محسوسی به ریحان وارد می‌کنند، کنه‌ها (به ویژه کنه‌های عنکبوتی) هستند. کنه معمولاً در قسمت زیرین برگ، با سوراخ کردن سلول‌های گیاهی و تغذیه از مایعات داخل آن باعث ایجاد لکه‌های نکروزه یا زردی روی گیاه می‌شود. از دست دادن بافت سبز گیاه به معنی افت کمی و کیفی محصول تولید شده (اعم از مصرف تازه خوری و یا تولید بذل) است. مشکل‌زا ترین کنه‌های عنکبوتی، کنه عنکبوتی دو نقطه‌ای (*Tetranychus urticae* Koch) است (شکل ۱۰). تقریباً ۴۰۰۰ گونه گیاهی میزبان از این کنه در سراسر جهان توصیف شده است که بیش از ۱۵۰ گونه از آنها دارای ارزش اقتصادی هستند (Golan et al., 2019). روش مبارزه با کنه‌ها، روش‌های عمومی مبارزه با آفات مکنده و استفاده از سموم کنه‌کش است.



شکل ۱۰- شمایی از کنه عنکبوتی دو نقطه ای بر روی برگ. اقتباس از Golan et al., 2019

۹-۳- تولید بذر ریحان

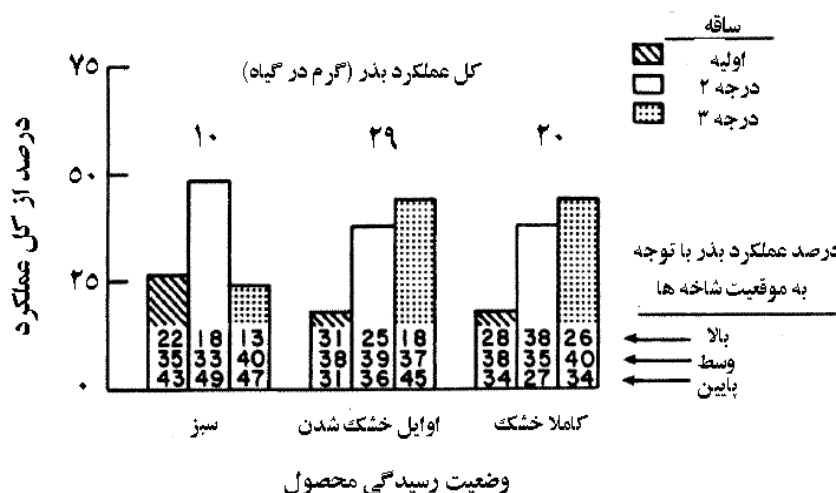
تولید بذر ریحان از جمله فعالیت‌هایی است که به‌ویژه در سال‌های اخیر مورد توجه تولیدکنندگان بوده است. قبل از ورود به بحث تولید بذر لازم است برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک مرتبط با آن توضیح داده شود. همان‌طور که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود سه مرحله رسیدگی در ریحان قابل تشخیص است. مرحله تولید بذر درحالی‌که بافت‌های گیاهی هنوز سبز هستند، مرحله شروع خشک شدن اندام‌ها و مرحله‌ای که گیاه کاملاً خشک شده است. با پیشرفت مراحل رسیدگی نسبت برگ از کل وزن گیاه کاهش و نسبت وزنی گل‌آذین به کل اندام‌های گیاهی افزایش می‌یابد (Putievsky, 1993).



شکل ۱۱- توزیع وزن خشک بخش‌های مختلف ریحان شیرین تحت تأثیر بلوغ گیاه اقتباس از Putievsky , 1993

حداکثر عملکرد دانه از گیاهان در حال خشک شدن (۲۹ گرم) و کمترین آن در گیاهان سبز (۱۰ گرم) به دست آمد (شکل ۱۲). تنها در گیاهان سبز، شاخه‌های درجه ۱ و درجه ۳، عملکرد دانه مشابهی داشتند (هر کدام تقریباً ۲۵٪). در گیاهانی که در مرحله اوایل خشک شدن و یا کاملاً خشک برداشت شده، نسبت عملکرد دانه در موقعیت‌های شاخه‌های مختلف مشابه بود. شاخه‌های دوم و سوم به ترتیب ۳۸ و ۴۴ درصد از کل عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. به این ترتیب مجموع شاخه‌های درجه ۲ و درجه ۳ بیش از ۸۰ درصد از تولید بذر ریحان را به خود اختصاص می‌دهند. این در حالی است که شاخه‌های اولیه تنها عهده‌دار ۱۸ درصد تولید هستند. تولید گل‌آذین کمتر در شاخه‌های اولیه و همچنین تولید دانه‌های نارس بیشتر دلیل مشارکت پایین‌تر این ساقه‌ها در عملکرد است (Putievsky, 1993).

توالی گل‌های جدید بر روی گیاه ریحان از نقطه راسی گیاه به سمت پایین است به این معنی که گل‌های بخش‌های میانی و پایینی گیاه زودتر تشکیل می‌شوند؛ بنابراین در همه شاخه‌ها (ساقه اولیه، درجه ۲ و درجه ۳) تشکیل بذر در قسمت‌های پایینی شاخه نسبت به قسمت‌های بالایی شاخه زودتر شروع شده و نسبت عملکرد دانه در قسمت‌های پایین شاخه بیشتر از قسمت‌های بالایی است. طبیعتاً انتظار تولید دانه‌های سنگین‌تر از بخش‌های پایینی گیاه بیشتر است. این بذور معمولاً درصد جوانه‌زنی بیشتری نیز دارند. در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت بهترین دانه‌های ریحان از نظر کیفی در بخش‌های پایینی شاخه‌های اولیه قرار دارد اما به دلیل مقدار عملکرد برای تولید بذر در شرایط مزرعه‌ای و تجاری بهترین زمان برداشت، شروع خشک شدن گیاه است (Putievsky, 1993).



شکل ۱۲ - تولید بذر در ریحان شیرین تحت تأثیر بلوغ گیاه، سن ساقه و موقعیت شاخه. اقتباس از Putievsky, 1993

برای کاشت ریحان به منظور بذری تراکم ۶۰ تا ۹۰ هزار بوته در هکتار برای بسیاری از ارقام توصیه می‌شود. نهایتاً با توجه به شرایط منطقه و نوع رقم استفاده شده معمولاً ۲۰۰۰-۱۰۰۰ کیلوگرم بذر از هر هکتار برداشت می‌شود. البته در مناطق مختلف اروپا ممکن است این عدد کمتر باشد. به عنوان مثال در اروپای مرکزی ۳۰۰-۲۰۰ کیلوگرم و در ایتالیا ۱۳۰۰-۹۹۰ کیلوگرم بذر از هر هکتار برداشت می‌شود (Putievsky and Galambosi, 1999).

۳-۱۰- برداشت ریحان

در کشورهای دارای آب‌وهوای مدیترانه‌ای، از اکثر گونه‌های *Ocimum* سه تا پنج چین در سال برداشت می‌شود که اولین آن ۹۵-۹۰ روز پس از کاشت و برداشت بعدی در فواصل ۷۵-۶۰ روز انجام می‌شود. با این حال، در مناطق معتدل شمالی‌تر، با توجه به کاربرد مورد نظر تنها یک یا دو چین در سال، یکی در اوایل تابستان با عملکرد کم و یکی معمولاً درست قبل از گلدهی (عملکرد زیاد) به دست می‌آید. البته زمان برداشت هر چین بستگی تام به رقم مورد استفاده (از خیلی زودرس تا خیلی دیررس دارد). اگر ریحان به منظور برگ‌هایش (تازه و یا خشک) کشت شده، چین اصلی درست قبل از گلدهی در حالی که برگ‌ها هنوز جوان هستند برداشت می‌شود. ارتفاع گیاه باید حداقل ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر بوده و برش از محل بالای دو تا چهار جفت برگ واقعی پایین گیاه انجام شود تا امکان رشد مجدد فراهم باشد (Simon, 1995).

پس از برداشت، برگ‌ها باید ابتدا شسته و تمیز شوند تا علف‌های هرز و مواد اضافی حذف شوند. برای بازار تازه، فقط باید از مواد گیاهی با بالاترین کیفیت، یعنی با بهترین رنگ و عطر استفاده شود. برگ‌ها را می‌توان با آویزان کردن شاخ و برگ به صورت وارونه در دسته‌های کوچک و خشک کردن هوا در یک اتاق گرم با تهویه مناسب خشک کرد. هنگامی که ریحان کاملاً خشک شد، برگ‌ها را از ساقه‌ها جدا می‌کنند و به طور کامل یا در ظرفی دربسته و دور از منابع گرما و نور شدید خرد می‌کنند. از نظر رنگ و عطر ماندگاری، بهترین نتیجه زمانی حاصل می‌شود که گیاه در دمای زیر ۳۰ درجه سانتی‌گراد تحت خلأ در ظروف مناسب خشک شود. اگر قرار است برگ‌ها و گل‌ها فرآوری شوند، باید قبل از آسیاب در دمای کمتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد خشک شوند تا از حصول بهترین رنگ اطمینان حاصل شود. ریحان را نمی‌توان برای مدت طولانی پس از برداشت نگهداری کرد، زیرا باعث کاهش کیفیت آن می‌شود. در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، عمر مفید ریحان پس از برداشت تنها ۳ تا ۴ روز است. با این حال، نگهداری در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در بسته بندی PVC باعث کاهش کلنی‌های کپک و مخمر شده

و می‌تواند کیفیت میکروبیولوژیکی ریحان را تا ۹ روز پس از برداشت حفظ کند (Pushpangadan and George, 2012).

هنگامی که ریحان برای اسانس پرورش داده می‌شود، باید در زمان گل‌دهی کامل برداشت شود. البته باید به این نکته توجه داشت که با مسن شدن برگ‌ها و گل‌ها درصد روغن و اسانس کاهش می‌یابد و برخی تحقیقات زمان حداکثر درصد تجمع اسانس را آغاز گل‌دهی گیاه معرفی می‌کنند (Bettelheim et al., 1993) اما به این دلیل که در این زمان میزان وزنی اسانس در هکتار پایین است بسیاری معتقدند زمان گل‌دهی کامل برای برداشت مناسب‌تر است. زمان برداشت نقش مهمی در کمیت و کیفیت روغن تولیدی دارد. محصول معمولاً در روزهای آفتابی روشن برداشت می‌شود تا محصول روغن خوب باکیفیت بالا به دست آید. از برداشت در روزهای بارانی یا روز پس از بارندگی باید خودداری شود. محصول در ارتفاع ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین بریده شود و فقط از گل‌ها و برگ‌ها برای فرآوری استفاده شود، زیرا محتوای روغن در ساقه ناچیز است (Jose et al., 2006). برای برداشت ریحان ممکن است از ماشین‌آلات برداشت سبزی‌ها با تیغه‌های دارای تنظیم ارتفاع برش و عرض کارهای مختلف استفاده شود (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- نمونه‌ای از ماشین‌های برداشت سبزی‌ها، قابل استفاده برای برداشت ریحان

اقتباس از: De Pietri Company 2021

در برداشت ریحان به این نکته نیز باید توجه داشت که اگر مصرف تازه خوری ریحان ملاک عمل باشد عملکردها بر اساس وزن تر محصول برای چین‌های مختلف بیان می‌شود و عملکرد چین اول معمولاً کمتر از چین‌های دوم و سوم است. در این حالت ممکن است عملکرد چین اول یک رقم حدود ۲ تن در هکتار باشد ولی به دلیل افزایش شاخه‌های فرعی عملکردهای چین‌های بعدی به ۷-۸ تن در هکتار نیز می‌رسد (آملی و همکاران ۱۳۹۶)؛ اما همیشه مصرف تازه خوری ریحان مدنظر نبوده و برداشت ممکن است به‌ویژه در کارهای پژوهشی بر اساس اندام‌های مختلف و حتی نمونه‌گیری جهت استفاده در مصارف خاص خود باشد. بر این اساس ممکن است از اصطلاحات زیر استفاده شود (Ekren et al., 2012):

- عملکرد شاخ و برگ سبز^۱: بوته‌ها با دست و با چاقوی اره‌ای از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری از سطح برداشت می‌شوند.
- عملکرد دارویی کل گیاه^۲: از هر کرت ۵۰۰ گرم گیاه سبز نمونه‌برداری می‌شود. نمونه‌ها در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند تا وزن خشک آن مشخص شود.
- عملکرد دارویی برگ گیاه^۳: از هر کرت یک نمونه ۵۰۰ گرمی گیاهان سبز برداشت و برگ‌های نمونه‌ها با دست از ساقه‌ها جدا و توزین می‌شوند. برگ‌ها در آون با دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت برای تعیین وزن خشک نگهداری می‌گردند.
- نسبت اسانس^۴ (درصد): برگ‌های بوته‌ها جدا شده و پس از برداشت در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد خشک می‌شوند. نمونه برگ خشک ۱۰ گرمی تقطیر شده و سپس از روش تجزیه و تحلیل کروماتوگرافی گازی درصد اسانس مشخص می‌گردد.

۴- صمغ دانه ریحان

صمغ دانه ریحان یک هیدروکلئید جدید مشتق شده از گیاه با خواص عملکردی برجسته است که با برخی صمغ‌های تجاری قابل مقایسه است. دانه‌های ریحان پس از خیساندن در آب متورم می‌شوند و موسیلاژ غلیظ روی آن‌ها را می‌پوشاند که به صورت صمغ قابل استخراج است. وزن مولکولی بالای صمغ دانه (۲۳۲۰ کیلو دالتون)

1 - Green herb yields

2 - Drug herb yields

3 - Drug leaves yields

4 - Essential oil ratio

باعث ایجاد محلولی با ویسکوزیته بالا است که پایداری آن در شرایط مختلف مانند گرم شدن، انجماد و ذوب شدن و اسیدیته های مختلف می شود. برخی صمغ دانه ریحان را به عنوان یک هتروپلی ساکارید آنیونی حاوی گلوکومانان^۱ می شناسند که از دو بخش اصلی با وزن های مولکولی و واحدهای مونوساکاریدی مختلف تشکیل شده است. صمغ دانه ریحان پتانسیل های کاربردی مختلفی را در سامانه های غذایی و دارویی داشته و می تواند به عنوان لایه ضخیم کننده، عامل ژل کننده، تثبیت کننده امولسیون و کف، تشکیل دهنده فیلم خوراکی و بازدارنده رشد کریستال یخ استفاده شود (شکل ۱۴) (Razavi et al., 2009, Naji-Tabasi et al., 2016).

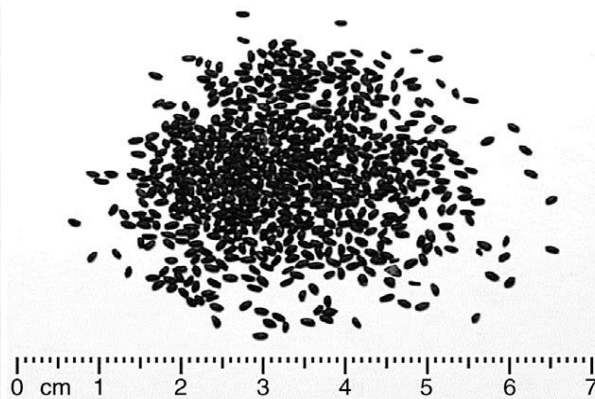
دانه های *O. basilicum* سرشار از فیبر هستند (۲۲/۶ درصد) و در برخی از مناطق آسیا مانند ایران و هند دانه های ریحان اغلب در نوشیدنی ها (شربت) و دسرهای یخی (فالوده) برای اهداف زیبایی و همچنین به عنوان منبعی از فیبر رژیمی مورد استفاده قرار می گیرد (Razavi and Naji-Tabasi, 2017). اگرچه دانه های گونه های مختلف جنس *Ocimum* می توانند در شرایط مواجهه با رطوبت تولید ژله نمایند ولی برخی منابع بین تخم شربتی (گونه وحشی ریحان با نام فارسی بادروز) و تخم ریحان تفاوت قائل هستند. یالدیز و کاملیکا^۲ (۲۰۲۱) تخم شربتی را با کد شناسایی گیاهی PI 253158 و متعلق به جنس و گونه *Ocimum americanum* تشخیص داده اند. با این وجود در بسیاری منابع نام جنس و گونه تخم شربتی نیز *O. basilicum* ذکر شده است (Marzieh et al., 2012). در برخی منابع نیز وقتی در مورد ویژگی ژلاتینی بودن بذر ریحان صحبت می شود به نام علمی *O. basilicum* و وارسته اصفهان اشاره می شود (Rafe and Razavi, 2013, Yaldiz and Camlica, 2021).

1 - Glucomannan

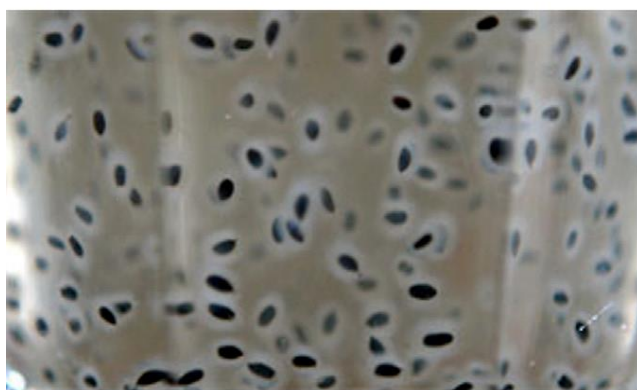
2 - Yaldiz and Camlica



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

شکل ۱۴- (a) گیاه ریحان، (b) دانه‌های ریحان، (c) دانه‌های خیس شده در آب، (d) توده موسیلاژ و (e) پودر صمغ دانه ریحان. اقتباس از: (Razavi and Naji-Tabasi, 2017).

۵- جنبه‌های اصلاحی گیاه ریحان

مانند سایر محصولات، اهداف اصلاح ریحان در درجه اول به بهبود اقتصادی محصول مربوط می‌شود که شامل موارد زیر است (Dudai et al., 2020):

- ۱) بهبود عملکرد و کیفیت محصول گیاهی برای استفاده موردنظر.
- ۲) سازگاری و انطباق محصول با شرایط محیطی و کشت جدید، مانند خاک، اقلیم و روش‌های فنی کشاورزی، یا تطبیق محصول با سامانه‌های کشت جدید و روش‌ها و فناوری‌های برداشت.
- ۳) راه‌حلی برای عوامل محدودکننده کشت، مانند تنش‌های زنده و غیر زیستی، یا کنترل زمان برداشت برای دستیابی به بهترین زمان برای عرضه محصول به بازار.

۵-۱- اصلاح برای عملکرد و مصارف زینتی

از دید تاریخی، بازار ریحان به صورت تازه خوری در ابتدا به‌شدت تحت تأثیر غذاهای ایتالیایی بود. برای تهیه غذاهای ایتالیایی از ریحان واریته ژنوز جیانت^۱ استفاده و سس پستو^۲ تهیه می‌شد. این روند به‌گونه‌ای پیش رفت که این واریته با برگ‌های کوچک تا متوسط و شکل محدب خود، به معیاری برای همه گونه‌های که برای بازار مصرف تازه پرورش داده می‌شوند، تبدیل شد. اما این رقم برای برداشت در چند چین مناسب نیست زیرا در چین‌های پس از چین اول برگ‌های چروکیده تولید می‌کند؛ بنابراین، هنگام اصلاح ریحان برای عملکرد، یکی از اهداف، توسعه واریته‌هایی با برگ‌های محدب کوچک و میانگره‌های فشرده است که هم با سامانه کشت فشرده چند برداشتی و هم با نیازهای بازار تازه خوری مطابقت داشته باشد. برای دستیابی به چنین امری معمولاً واریته‌های آزادگرده‌افشان که دارای تنوع زیادی هستند انتخاب و برای سه نسل خودگرده افشانی می‌شوند. چنین رویکردی باعث به وجود آمدن اولین واریته‌ها در دهه ۹۰ میلادی شد (Dudai et al., 2018).

امروزه تولید واریته‌های زینتی ریحان نیز از فعالیت‌های پررونق محسوب می‌شود و تلاقی بین واریته‌های مختلف با ایجاد رنگ‌ها و رایحه‌های دلپسند زمینه را برای یک تجارت پرسود فراهم کرده است. به‌عنوان مثال تلاقی بین واریته کاردینال^۳ که واریته‌ای با گل آذین فشرده، براکت ارغوانی و کاسه گل و تاج صورتی است با واریته پری

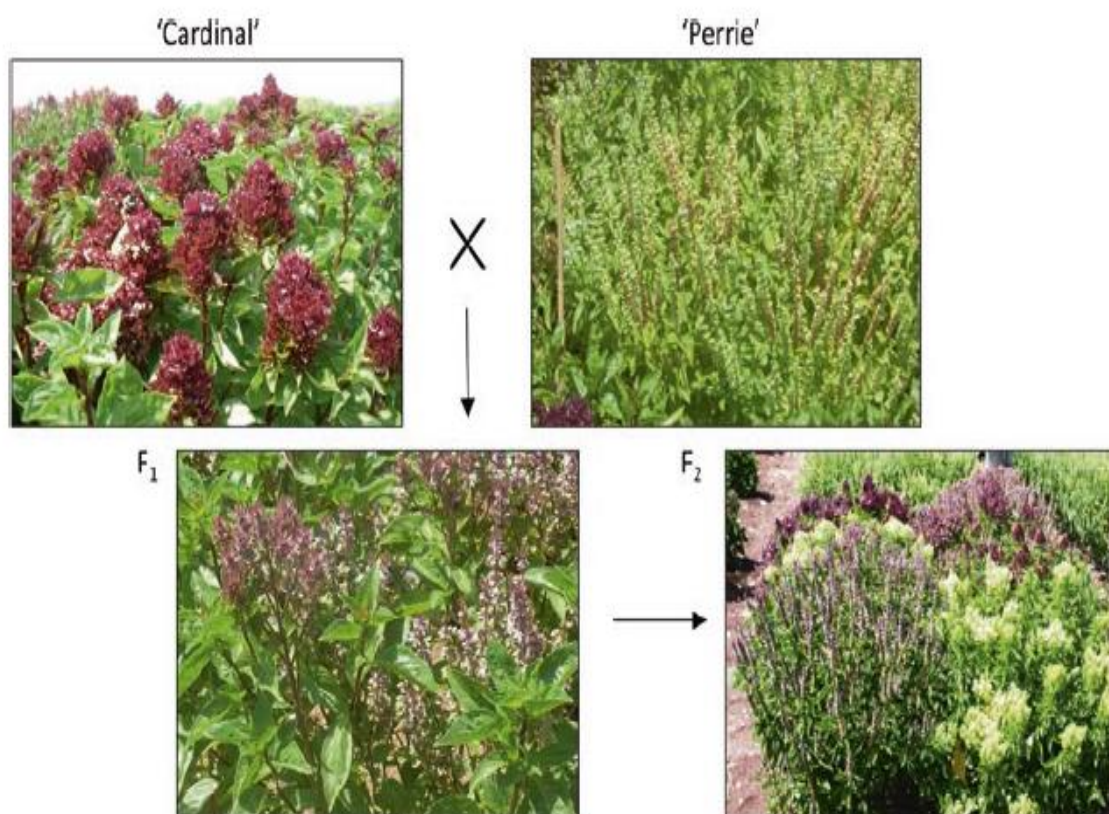
1 - Genovese Gigante

2 - Pesto sauce

3 - Cardinal

که رقمی با گل آذین و براکت سبز و کاسه گل و تاج سفید است در نسل F2 باعث ایجاد واریته هایی با رنگ های مختلف شده که در باغ ها و فضا های سبز قابلیت استفاده دارند (شکل ۱۵) (Dudai et al., 2018).

ارقام دیگر مثل سوئیت دنی^۱ (با رایحه لیمو) و دارک اوپال^۲ (ریحان بلند و راست که تا ارتفاع تقریبی ۵۰ سانتی متری رشد کرده و با برگ های بنفش و گل های صورتی جذابیت خاص دارد) نیز جزو ارقام زینتی محسوب می شوند. برخی ارقام دیگر ریحان برای کشت در گلدان (معمولاً در آشپزخانه منازل) و باغچه ها استفاده می شوند، شکل بوته ای (کوتوله و فشرده) دارند. رقم پلوتو^۳ از جمله این ارقام است که ارتفاعی معادل ۲۰ سانتی متر و برگ های ریز و برای آشپزی بسیار مناسب است (شکل ۱۶) (Gardner and Dougherty, 2005).



شکل ۱۵ - تلاقی بین دو واریته مختلف ریحان برای تولید ارقامی با رنگ های گوناگون. اقتباس از: Dudai et al.,

2020

1 - Sweet Dani

2 - Dark Opal

3 - Pluto



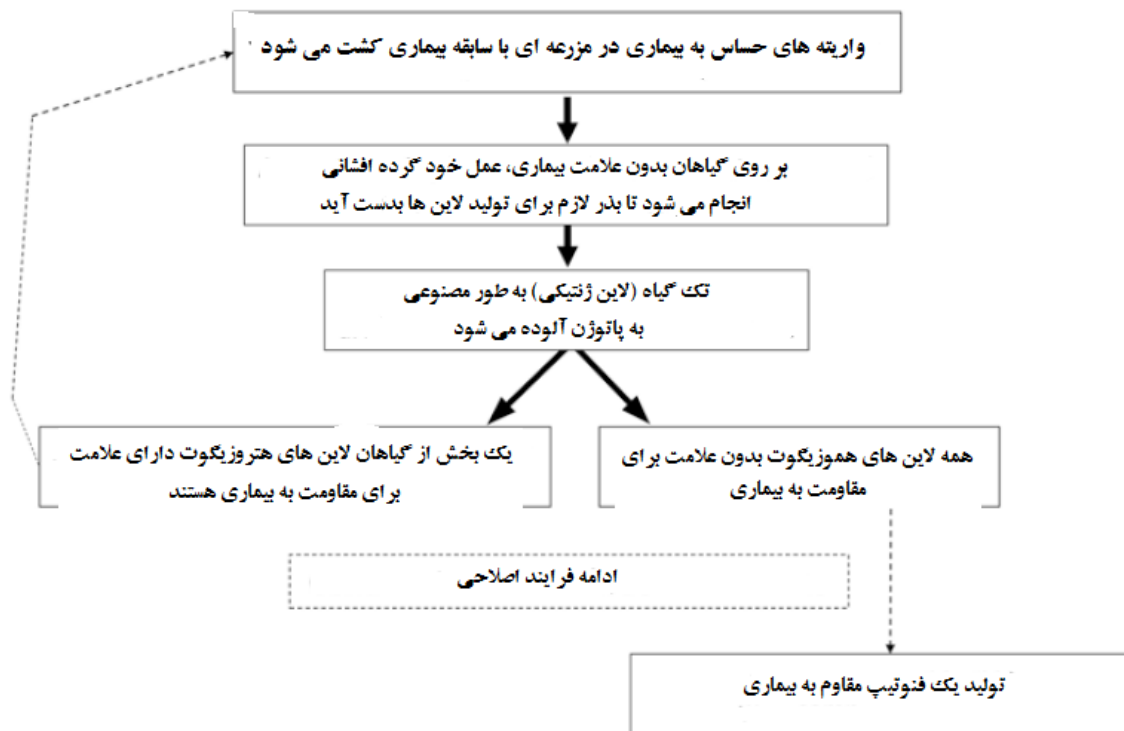
شکل ۱۶ - ریحان رقم پولوتو. اقتباس از Gardner and Dougherty, 2005

۵-۲- اصلاح برای مقاومت به بیماری پژمردگی فوزاریومی

بیماری پژمردگی فوزاریومی توسط عامل *Fusarium oxysporum* f. sp. *31asilica* (FOB) ایجاد می‌شود. گیاهان مبتلا به این بیماری کوتاه‌قد، با بافت‌های آوندی قهوه‌ای شده و برگ‌های با پژمردگی شدید بدون کلروز بوده و گاهی برگ‌ها ریزش می‌یابد. عامل بیماری ابتدا از خاک آلوده منشأ گرفته و سپس در طول دوره رشد از طریق هوا از گیاهان آلوده به سایر گیاهان انتقال می‌یابد. انتقال از طریق بذر نیز یکی از راه‌های انتقال بیماری محسوب می‌شود (Gamliel et al. 1996).

نوفار^۱ اولین رقم تجاری با مقاومت در برابر FOB است که تولید و ثبت شده است. این رقم معمولاً با ژنوتیپ‌های حساس تلاقی داده می‌شود که بیانگر آن است که مقاومت به بیماری حاصل وجود یک آلل غالب است (Dudai et al. 2002). این اطلاعات منجر به توسعه یک سازوکار جهت تولید ارقام مقاوم شد (شکل ۱۷).

1 - Nufar



شکل ۱۷ - یک شکل شماتیک از مجموع فعالیت های اصلاحی برای تولید یک لاین ریحان مقاوم به بیماری

پژمردگی فوزاریومی . اقتباس از: Dudai et al., 2020

۳-۵- اصلاح برای مقاومت به بیماری کپک خاکستری

کپک خاکستری توسط پاتوژن قارچی *Botrytis cinerea* ایجاد می شود. این عامل قارچی در طول فصول زمستان و اوایل تابستان، زمانی که دما حدود ۲۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی تقریباً ۸۰٪ است به ریحان حمله می کند (Shamai, 2004). این بیماری ممکن است در طول فصل تابستان بدون خسارت اقتصادی وجود داشته باشد. تمام قسمت های گیاه ریحان شیرین به عفونت توسط پاتوژن حساس هستند، اما ساقه های زخمی پس از برداشت در درجه اول مستعد آلوده شدن هستند (شکل ۱۸) (Davis, 2020). کارهای اصلاحی برای مقابله با این بیماری عمدتاً بر جداسازی ژنوتیپ های مقاوم به بیماری متمرکز شده است.



شکل ۱۸ – علائم کپک خاکستری بر روی بافت‌های مختلف ریحان. اقتباس از Davis, 2020

۴-۵- اصلاح برای مقاومت به بیماری سفیدک داخلی

سفیدک داخلی ریحان *Peronospora belbahrii* یک پاتوژن مخرب برگ‌گی است. این پاتوژن در بسیاری از مناطق تجاری در حال رشد ریحان در سراسر جهان شایع است و باعث اپیدمی‌های شدید می‌شود. محققین روش‌های مختلف غربالگری برای یافتن ارقام مقاوم به این بیماری بکار گرفته‌اند. تاکنون ارقام زیر به‌عنوان ارقام مقاوم به بیماری تشخیص داده شده‌اند (شکل ۱۹) (Farahani-Kofoet et al. 2014):

O. americanum var. *americanum* / *O. canum*, *O. americanum* × *basilicum* “BlueSpice,” *O. americanum* var. *pilosum*, *O. campechianum*/*O. micranthum* “Peruvianbasil,” *O. gratissimum*, and *O. tenuiflorum* “Tulsi”



شکل ۱۹ – علائم سفیدک داخلی بر روی برگ‌های ریحان. اقتباس از Davis, 2020

۵-۵- اصلاح برای مقاومت به سرمازدگی

ریحان شیرین در معرض آسیب‌های سرما ناشی از قرار گرفتن در معرض دماهای کمتر از ۱۲ درجه سانتی‌گراد در طول رشد، ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل است. علائم جراحات ناشی از سرما به صورت لکه‌های قهوه‌ای روی برگ‌ها ظاهر می‌شود که متعاقباً به حالت نکروز تبدیل می‌شود. برگ‌ها درخشندگی خود را ازدست‌داده و مستعد پوسیدگی می‌شوند (Aharoni et al. 2010).

برای جداسازی ارقام مقاوم به سرمازدگی معمولاً گلخانه‌های بدون وسایل گرمایی ولی با قابلیت تنظیم دماهای خنک دلخواه انتخاب و ارقام مختلف در آن کشت می‌شود. در طول فصل رشد یادداشت برداری‌های لازم انجام و تأثیر سرما بر عملکرد ارقام ارزیابی می‌گردد. به عنوان مثال چنین پژوهشی توسط دودای^۱ و همکاران (۲۰۰۴) انجام و نتایج نشان داد رقم هاگار^۲ نسبت به سایر ارقام به سرما مقاومت بیشتری نشان داد (شکل ۲۰). خسارت سرما ممکن است پس از برداشت ریحان نیز روی دهد. برای تشخیص خسارت‌های ناشی از سرما پس از برداشت معمولاً از پروتکل‌ها یا شاخص‌های تصویری تهیه‌شده در این زمینه استفاده می‌شود. نمونه‌ای از این شاخص‌ها در شکل ۲۱ نشان داده شده است.

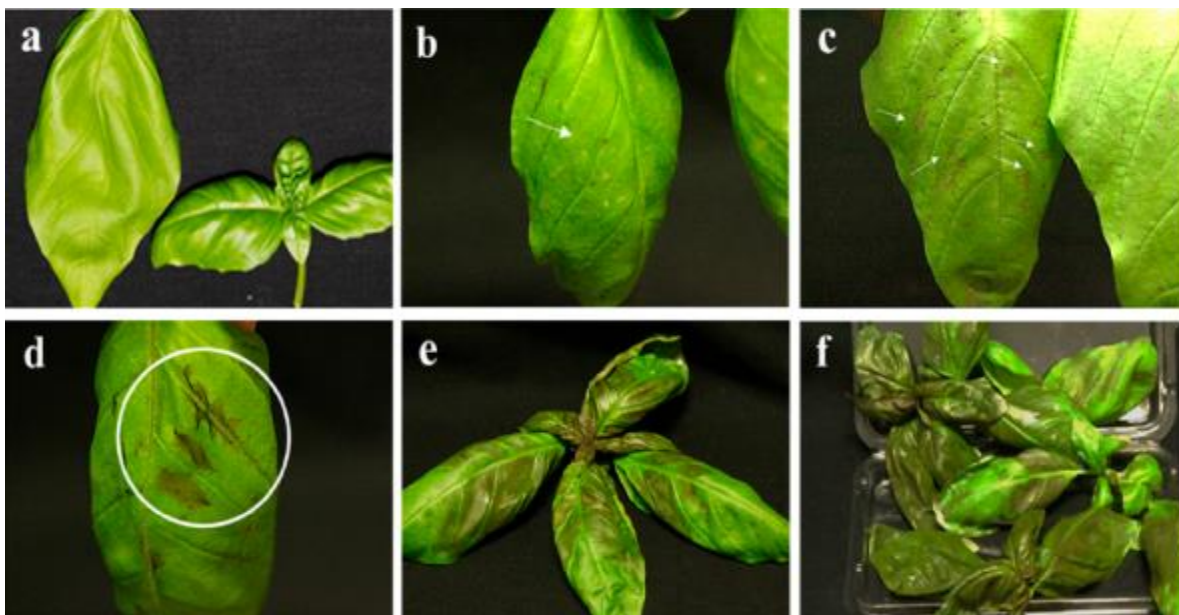


شکل ۲۰- غربالگری انبوه ژرم پلاسما ریحان شیرین برای تحمل سرما (سمت راست). گیاهان در معرض چرخه‌های متعدد نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ روز و سپس ۲ روز در دمای ۱۷ درجه سانتی‌گراد در گلخانه. قهوه‌ای شدن برگ (سمت چپ)

نشانه‌ای از آسیب سرمایی است. اقتباس از: Dudai et al., 2020

1 - Dudai

2 - Hagar



شکل ۲۱ - آسیب سرما در گیاه ریحان در مقیاس ۵ تایی. صفر = بدون آسیب قابل مشاهده (a) اختصاص داده شد. ۱ = چند ضایعات نکروزه جدا شده (b) = ۲ تعداد زیادی ضایعات نکروزه کوچک (c)؛ ۳ = مناطق نکروزه بزرگ اما باریک جدا شده که کمتر از ۵۰ درصد سطح برگ را می پوشانند (d) = ۴ مناطق نکروزه بزرگ که ۵۰٪ تا ۷۵٪ سطح برگ را می پوشانند (e). و ۵ = برگ های به شدت آسیب دیده یا نکروز که بیشتر سطح برگ را می پوشانند (f). اقتباس از Satpute et al., 2019

در پژوهشی گلخانه ای ۶۰۰۰ لاین مختلف ریحان برای بررسی مقاومت به سرما مورد استفاده قرار گرفت. گیاهان برای مدت های مختلف در معرض دماهای گوناگون سرما قرار گرفتند و ۴۶ تک گیاه متحمل شناسایی شدند. نتایج F2 از تلاقی یک لاین متحمل با یک لاین حساس منجر به تولید ۱۸ گیاه متحمل از مجموع ۲۳ گیاه شد، از این رو نسبت تفکیک ۱:۳ و تسلط تک ژن برای این صفت پیشنهاد شد (Ribeiro and Simon, 2007). برخی اوقات اهداف اصلاحی جهت ایجاد ارقام مقاوم به سرما به طور هم زمان باهدف تولید ارقامی که هم به سرما مقاوم باشند و هم عملکرد روغن بیشتری داشته باشند انجام می شود. به طور مثال با یک تلاقی بین گونه ای دو رقم *O. basilicum* و *O. kilimandscharicum* رقمی تولید شد که هم مقاومت به سرمای خوبی دارد و هم درصد روغن باکیفیت قابل توجهی را دارا است. با توجه به اینکه رقم *O. kilimandscharicum* همیشه سبز و بدون خزان است، رقم حاصل از تلاقی نیز چنین خاصیتی دارد (شکل ۲۲) (Lal et al., 2018).



شکل ۲۲- یک تریپلوئید همیشه سبز متحمل به سرما و آمفی دیپلوئید آن نیز با استفاده از تلاقی بین گونه‌ای بین

O. basilicum و *O. kilimandscharicum* ایجاد شده است. اقتباس از Lal et al., 2018

۶- منابع

- آملی، ناهید، جلالی، امیر هوشنگ و جعفری، پیمان. ۱۳۹۶. مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد دوازده ژنوتیپ ریحان بنفش در دو استان اصفهان و مازندران. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۳۱:۲۹۱-۲۸۱.

۲۸۱.

- فرحبخش، مهشاد، سرائی تبریزی، مهدی و بابا زاده، حسین. ۱۳۹۸. برآورد نیاز آبی گیاه ریحان برای مدیریت آب در مزرعه. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۳: ۵۳-۶۵.

- Aharoni, N., Kenigsbuch, D., Chalupowicz, D., Faura-Mlinski, M., Aharon, Z., Maurer, D., Ovadia, A., and Lers, A. 2010. Reducing chilling injury and decay in stored sweet basil. *Isr J Plant Sci* 58:167-181.

- Akbari, G.A., Binesh, S., Ramshini, H., Soltani, E., Amini, F. and Mirfazeli, M.S. 2019. Selection of basil (*Ocimum basilicum* L.) full-sib families from diverse landraces. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 12:66-72.

- Beaman, A.R., Gladon, R.J., Schrader, J.A. 2009. Sweet basil requires an irradiance of 500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for greatest edible biomass production. *HortScience* 44: 64–67.
- Bettelheim, Y., Dudai, N., Putievsky, E., Ravid, U., Saadi, D., Katzir, I., Michaelovich, Y. and Cuabi, E. 1993. The influence of flowering and environmental factors on yield components and essential oil in exotic sweet basil (in Hebrew). *Hassadeh*, 73:961–965.
- Bravo, A., Likitvivatanavong, S., Gill, S.S. and Soberón, M. 2011. *Bacillus thuringiensis*: a story of a successful bioinsecticide. *Insect biochemistry and molecular biology*, 41:423–431.
- Carlo, N., Silvia, S., Stefano, B. and Paolo, S. 2013. Influence of cut number on qualitative traits in different cultivars of sweet basil. *Industrial Crops and Products*, 44:465–472.
- Carović-Stanko, K., Ribić, A., Grdija, M., Liber, Z., Kolak, I., Šatović, Z. 2011. Identification and discrimination of *Ocimum basilicum* L. morphotypes. In: Pospíšil, M. (Ed.), *Proceedings. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. Section 3. Genetics. Plant Breeding and Seed Production*, Opatija, Croatia, pp. 481–484.
- Chang, X., Alderson, P.G., Wright, C.J. 2008. Solar irradiance level alters the growth of basil (*Ocimum basilicum* L.) and its content of volatile oils. *Environmental and Experimental Botany*, 63: 216–223.
- Davis, S. 2020. Yellowing Leaves on Basil – 7 Causes You Should Know. <https://www.greenebo.com/yellowing-leaves-on-basil-7-causes-you-should-know/>
- De Pietri Company. 2021. Horticultural machinery, specialized salad harvesters. <https://dpdepietri.it/en/vegetables-harvesters/salad-harvesters/>.
- Dou, H., Niu, G., Gu, M., Masabni, J.G. 2018. Responses of sweet basil to different daily light integrals in photosynthesis, morphology, yield, and nutritional quality. *HortScience* 53: 496–503.
- Dudai, N., Chaimovitsh, D., Aharoni, N., Rabinovich, E., Rabinovich, R., Putievsky, E. 2004. Breeding of basil (*Ocimum basilicum*) tolerant to storage in low temperatures (in Hebrew). In: Silverman D, Lehman-Sigora N (eds) *Research on fresh herbs in Israel – 2002-2004*. Agriculture Extension Service, Bet Dagan, pp 45–55.
- Dudai, N., Li, G., Shachter, A., Belanger, F.C., Chaimovitsh, D. 2018. Heredity of phenylpropenes in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) chemotypes and their distribution within an F2 population. *Plant Breeding* 137:443–449.
- Dudai, N., Nitzan, N. and Gonda, I. 2020. *Ocimum basilicum* L. (Basil). In *Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants* (pp. 377–405). Springer, Cham.
- Ekren, S., Sönmez, Ç. Özçakal, E., Kurttaş, Y.S.K., Bayram, E. and Gürgülü, H. 2012. The effect of different irrigation water levels on yield and quality characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agricultural water management* 109:155–161.

- Ekren, S., Sönmez, Ç., Özçakal, E., Kurttaş, Y.S.K., Bayram, E. and Gürgülü, H. 2012. The effect of different irrigation water levels on yield and quality characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agricultural water management*, 109:155-161.
- Farahani-Kofoet, R.D., Römer, P., Grosch, R. 2014. Selecting basil genotypes with resistance against downy mildew. *Scientia Horticulturae*, 179:248–255.
- Gamliel, A., Katan, T., Yunis, H., Katan, J. 1996. Fusarium wilt and crown rot of sweet basil: involvement of soilborne and airborne inoculum. *Phytopathology* 86:56–62.
- Gardner, J.A., and Dougherty, H.S. 2005. *Herbs in bloom: a guide to growing herbs as ornamental plants*. Timber Press Inc., Portland.
- Garibaldi, A., Gullino, M.L. and Minuto, G. 1997. Diseases of basil and their management. *Plant Disease*, 81(2), pp.124-132.
- Giri, P., Pandey, S.T., Roy, S. and Behera, B. 2016. Weed dynamics, herbage and oil yield of sweet basil (*Ocimum basilicum*) under various weed management practices. *Journal of Crop and Weed*, 12:145-149.
- Golan, K., Kot, I., Górska-Drabik, E., Jurado, I.G., Kmiec, K. and Łagowska, B. 2019. Physiological response of basil plants to twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) infestation. *Journal of Economic Entomology*, 112(2): 948-956.
- Goldani, M., Bannayan, M. and Yaghoubi, F. 2021. Crop water productivity and yield response of two greenhouse basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars to deficit irrigation. *Water Supply*, 21:3735-3751.
- Hiltunen, R. and Holm, Y. 1999. *Basil: the genus Ocimum*. CRC Press.
- Javari, Z., and Asadi, H.A. 2017. Investigation of mineral nutrition of some basil (*Ocimum basilicum* L.) landraces grown in greenhouse condition. *Research on Crops* 18: 768-772.
- Jose, L.S., Arie, F.B., Pericles, B.A., Polyana, A.D.E., Alberto, S.M, Socrates, C.H.C., Maria D.E., and Renata, S.M. 2006. Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 16: 24–30.
- Kalamartzis, I., Dordas, C., Georgiou, P. and Menexes, G. 2020. The use of appropriate cultivar of basil (*Ocimum basilicum*) can increase water use efficiency under water stress. *Agronomy*, 10(1), p.70.
- Lal, R.K., Gupta, P., Chanotiya, C.S. and Sarkar, S. 2018. Traditional plant breeding in *Ocimum*. In *The Ocimum Genome* (pp. 89-98). Springer, Cham.
- Li, Q.X. and Chang, C.L. 2016. Basil (*Ocimum basilicum* L.) oils. In *Essential oils in food preservation, flavor and safety* (pp. 231-238). Academic Press.

- Marzieh, B.A., Amir-Hossein, T. and Rahim, A. 2012. Introducing of medicinal plants in Maragheh, Eastern Azerbaijan province (northwestern Iran). *Journal of Medicinal Plants Research*, 6:4208-4220.
- Nation, R.G., Janick, J., Simon, J.E. 1992. Estimation of outcrossing in basil. *Horticulture Science* 27: 1221–1222.
- Paparozzi, E.T., Li, Z., Blankenship, E.E. and Conley, M.E. 2022. Purple leaf basil plants express micronutrient deficiencies symptoms differently than green leaf basil plants. *Journal of Plant Nutrition*, 45:1466-1479.
- Pennisi, G., Sany'e-Mengual, E., Orsini, F., Crepaldi, A., Nicola, S., Ochoa, J., Fernandez, J.A., Gianquinto, G. 2019. Modelling environmental burdens of indoor grown vegetables and herbs as affected by red and blue LED lighting. *Sustainability*, 11:1–21.
- Phippen, W.B., Simon, J.E. 1998. Anthocyanins in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 1734–8.
- Pushpangadan, P. and George, V. 2012. Basil. In *Handbook of herbs and spices* (pp. 55-72). Woodhead Publishing.
- Putievsky, E. 1993. Seed quality and quantity in sweet basil as affected by position and maturity. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 2:15-20.
- Rafe, A. and Razavi, S.M. 2013. Dynamic viscoelastic study on the gelation of basil seed gum. *International Journal of Food Science and Technology*, 48:556-563.
- Razavi, S.M.A. and Naji-Tabasi, S. 2017. Rheology and texture of basil seed gum: A new hydrocolloid source. In *Advances in food rheology and its applications* (pp. 405-435). Woodhead Publishing.
- Rhoades, J. 2021. What Are The Varieties Of Basil: Types Of Basil For Cooking? A List of Basil Types. <https://www.gardeningknowhow.com/edible/herbs/basil/what-are-varieties-of-basil.htm>.
- Ribeiro, P. and Simon, J.E. 2007. Breeding sweet basil for chilling tolerance. *Issues in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA, pp.302-305.
- Ricotta, J.A. and Masiunas, J.B. 1991. The effects of black plastic mulch and weed control strategies on herb yield. *HortScience*, 26, 539–541.
- Sæthre, M.G., Godonou, I., Hofsvang, T., Tapa-Yotto, G.T. and James, B. 2011. Aphids and their natural enemies in vegetable agroecosystems in Benin. *International Journal of Tropical Insect Science*, 31:103-117.
- Satpute, A., Meyering, B. and Albrecht, U. 2019. Preharvest abscisic acid application to alleviate chilling injury of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) during cold storage. *HortScience*, 54:155-161.

- Shamaï, I. 2004. Use of non-chemical means for management of gray mold in sweet basil. Faculty of Agriculture, Food and Environmental Quality Science, Rehovot.
- Simon, J.E. 1995. Basil, Centre for New Crops and Plant Products, Purdue University, available at: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/CropFactSheets/basil.html> [accessed February 2012].
- Sipos, L., Balázs, L., Székely, G., Jung, A., Sárosi, S., Radácsi, P. and Csambalik, L. 2021. Optimization of basil (*Ocimum basilicum* L.) production in LED light environments—a review. *Scientia Horticulturae*, 289, p.110486.
- Türkmen, M., Yılmaz, E.R.E.N., Aygün, Y.Z. and Ertekin, E.N. 2022. Determination of seed yield, quality and fixed oil components of different basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes: Evaluation of fatty acid profile by PCA biplot analysis. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 8(3): 453-462.
- Varga, F., Carović-Stanko, K., Ristić, M., Grdiša, M., Liber, Z., Šatović, Z. 2017. Morphological and biochemical intraspecific characterization of *Ocimum basilicum* L. *Industrial Crops and Products*, 109: 611–618.
- Wahab, A.S.A. and Hornok L.1982. Effect of NPK fertilization on *Ocimum basilicum* yield and essential oil content. *Kerteszeti Egyetem Közleményei*, 45: 65-73.
- Yaldiz, G. and Camlica, M. 2021. Agro-morphological and phenotypic variability of sweet basil genotypes for breeding purposes. *Crop Science*, 61:621-642.
- Cornell Vegetables. 2022. Basil Downy Mildew. <https://www.vegetables.cornell.edu/pest-management/disease-factsheets/basil-downy-mildew/>
- Plant Village.2022. Basil. <https://plantvillage.psu.edu/topics/basil/infos>
- Putievsky, E. and Galambosi, B. 1999. Production systems of sweet basil. In basil (pp. 47-73). CRC press.
- Roos, D. 2022. Basil Problem. *Fusarium* Wilt. <https://growingsmallfarms.ces.ncsu.edu/growingsmallfarms-fusariumbasil/>.
- Wyenandt, C.A., Simon, J.E., Pyne, R.M., Homa, K., McGrath, M.T., Zhang, S., Raid, R.N., Ma, L.J., Wick, R., Guo, L. and Madeiras, A. 2015. Basil downy mildew (*Peronospora belbahrii*): Discoveries and challenges relative to its control. *Phytopathology*, 105:885-894.



پژوهشکده سبزی و صیفی

کرج: جاده محمد شهر

انتهای خیابان شهید همت

تلفن: ۰۲۶- ۳۶۷۰۰۸۹۰

کد پستی ۳۱۷۷۷۷۴۱۱

www.vrc.areeo.ac.ir

