فصلنامه (علمی – پژوهشی)
زیست شناسی تکوینی
سال دوازدهم، شماره ۳، تابستان ۱۳۹۹ ص. ۶۹-۶۱

مقاله پژوهشی

اثر شرایط آبیاری و نوع خاک بر تعداد میوه‌های تشکیل شده، قطع بافت آوندی تخمک (دانه) و پوکی میوه در دو رقم پسته (*Pistacia vera* L.)

فرخنده رضانژاد [1*]، نجمه حسینی[1]، الهه زمانی بهرام‌آبادی[1]

[1] گروه زیست‌شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

[*] Email: frezanejad@uk.ac.ir

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۸

چکیده

سیستم آوندی اجازه می دهد که گیاهان آب و مواد غذایی را تا فاصله زیادی بین ریشه و بخش‌های دیگر گیاه شامل ساقه، برگ، میوه و دانه منتقل کنند. همچنین، این سیستم نقش پشتیبانی مکانیکی نیز دارد. در این مطالعه، میزان تخمک‌های دچار قطع انتقال آوندی و رابطه این میزان با میزان پوکی میوه در ارقام پسته کله قوچی و احمد آقایی در دو نوع بافت خاک (سبک و سنگین) و با دو دور آبیاری (۲۴ و ۴۸ روز)، انجام شد. برای تعیین قطع انتقال آوندی در تخمک، هشت هفته پس از شکوفایی، شاخه‌های حاوی خوشه درون محلول فلورسئین‌دی‌سدیم قرار گرفته و سپس میوه‌های کوچک برشگیری دستی شده و با میکروسکوپ فلورسنس مطالعه شدند. میزان تخمک‌های نمو یافته (میوه‌های سالم) و پوک در زمان برداشت تعیین شد. در دور آبیاری کوتاه‌تر (۲۴ روز) تعداد میوه‌های تشکیل شده در مقایسه با دور آبیاری طولانی (۴۸ روز) بالاتر بود. همچنین، قطع انتقال آوندی در تخمک‌ها و میزان پوکی نیز بالاتر بود. در خاک سنگین که استعداد بالای حفظ آب را دارد، میزان پوکی افزایش یافت. این نتایج می‌توانند به تعداد بیشتر میوه‌های تولید شده در آبیاری زیاد و خاک سنگین بعنوان شرایط مناسب، و در نتیجه رقابت شدیدتر بین آن‌ها برای پر شدن نسبت داده شوند. رقم کله‌قوچی نسبت به احمدآقایی، برای تولید میوه‌های پوک بیشتر از قطع انتقال آوندی در بند تخمک (دانه)های در حال رشد استفاده می‌کند. قطع انتقال آوندی می‌تواند به طور گذرا اتفاق افتاده و مجددا توسط گیاه ترمیم شود.

کلیدواژه‌ها: برش‌گیری، پسته، پوکی، رنگ‌آمیزی فلورسنس، فلورسئین دی‌سدیم.

مقدمه

Pistacia vera یا پسته اهلی، گونه‌ای درختچه‌ای و دو پایه از جنس *Pistacia* L.، تیره Anacardiaceae و راسته Sapindales است [۱]. هر برگ دارای یک جوانه منفرد در زاویه خود می‌باشد که اغلب، این جوانه جانبی به آغازنده[1] گل‌آذین خوشه‌ای متمایز می‌گردد [۵]. در گزارش‌های Bachelier و Endress (۲۰۰۷) (۲) در مورد جنس *Pistacia* L. مشخص شده است که گل ماده ۸-۵

[1] Primordium

زائده کاسبرگ مانند دارد. مادگی دارای تخمدان حجیم، خامه کوتاه و کلاله سه شاخه (در هر شاخه دارای دو لوب) می‌باشد. Grundwag (۱۹۷٦) [۶] گزارش کرد که در این جنس، مادگی تک‌خانه و دارای یک تخمک قاعده‌ای واژگون، تک لایه و پرخورش است. کیسه رویانی در این گونه، از تیپ علف هفت‌بند است [۹]. بعد از گرده‌افشانی، تخمدان به میوه شفت تبدیل می‌شود که فرابر[1] آن شامل یک قسمت نرم قرمزرنگ (برون-میان‌بر)[2] و یک کپسول سخت نازک (درون‌بر)[3] می‌باشد. کپسول، دانه خوراکی را در بر گرفته است [۵]. گونه پسته به علت دارا بودن دانه خوراکی، اهمیت اقتصادی ویژه‌ای دارد. پسته یکی از محصولات صادراتی مهم ایران می‌باشد که ۱۱% صادرات غیرنفتی را به خود اختصاص می‌دهد (۱۱).

ایجاد میوه‌هاي پوک، يكي از مشكلات مهم محصول پسته است. پديده پوكي زماني رخ مي‌دهد كه تخمدان رشد مي‌كند و ميوه تشكيل مي‌شود اما رشد رويان مختل مي‌گردد. اين پديده، يا در زمان تشكيل ميوه و يا در زمان پر شدن ميوه رخ مي‌دهد. در حالت اول گرده‌افشاني انجام مي‌شود اما تلقيح به دلايلي از جمله عدم رشد لوله گرده، صورت نمي‌پذيرد. گرده‌افشاني، براي تشكيل ميوه كافي است اما عدم انجام لقاح، مانع از تشكيل رويان و توليد دانه مي‌شود. اين پديده بكرميوه‌دهي (Parthenocarpy) ناميده مي‌شود. در حالت دوم لقاح انجام مي‌شود اما تخمک‌هاي حاوي رويان، قادر به رشد و توليد دانه نبوده و ميوه‌هاي پوک را توليد مي‌كنند [۵، ١٦، ١٧]. عوامل ژنتيكي و محيطي مختلف، روي ميزان پوكي در پسته اثر دارند. عوامل ژنتيكي را مي‌توان شامل رقم پايه يا پيوندک يا رقم گرده‌زا دانست [۷]. از عوامل محيطي مي‌توان به آبياري، بافت خاک، تنش‌هاي غيرزيستي، كوددهي [۵]، ميزان گرده [۷] و عوامل بيماري‌زا [۳] اشاره كرد. ارقامي كه در اين پژوهش مورد مطالعه قرار گرفتند شامل كله قوچي و احمد آقايي بودند. كله قوچي رقمي زودگل و درشت ميوه است كه به كمبود آب و مواد غذايي حساسيت بالايي دارد و ميزان پوكي آن ٣٤-٣٥ درصد است [۴]. رقم احمد آقايي ميوه‌ي بادامي شكل داشته، متوسط‌گل است و ميزان پوكي آن حدود ٨-٧ درصد گزارش شده است [٤].

انتقال بی‌نقص مواد در بافت آوندی، یکی از عوامل مهم صحت نمو رویان و تشکیل دانه پسته است. رنگ‌آمیزی فلورسنس دی‌سدیم‌فلورسئین، یک روش مفید برای مطالعه استمرار انتقال آوندها است، زیرا این رنگ به آسانی در بافت آوندی سالم انتقال می‌یابد و فلورسنس خوبی تولید می‌کند. بنابراین، حضور یا فقدان رنگ فلورسنس یک نشانه معتبر است که آیا انتقال در آوندها صورت می‌پذیرد یا خیر [۱۲، ۱۳، ۱۵].

از آن جا که تنها دانه پسته قابل عرضه به بازار می‌باشد، مطالعه ناهنجاری‌ها در مسیر تولید دانه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به این دلیل که بافت خاک و دور آبیاری، دو عامل مؤثر بر کمیت و کیفیت محصول می‌باشند، در این پژوهش، رابطه میان میزان پوکی میوه‌ها و انتقال آوندی در دانه‌های دو رقم کله‌قوچی (رقم تجاری با پوکی بالا) و احمدآقایی (رقم تجاری با پوکی پایین) در دو نوع بافت خاک (سبک و سنگین) و دو دور آبیاری (٢٤و٤٨ روز) بررسی شد تا شرایط مناسب از نظر بافت خاک و دور آبیاری برای هر رقم مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

روش و شرایط نمونه‌برداری مواد گیاهی: آزمایش به صورت کرت دوبار خرد شده در قالب بلوک صورت گرفت. سه باغ پسته A (خاک سبک)، B (خاک سبک) و C (خاک سنگین) انتخاب شدند که بافت خاک آن‌ها از قبل توسط آزمایشگاه خاک‌شناسی موسسه تحقیقات پسته رفسنجان مشخص شده بود و در صد ذرات شن، سیلت و رس آن‌ها اندازه‌گیری شده بود (جدول ۱). از باغ A با دو دور آبیاری ٢٤ و ٤٨ روز، ٦ درخت رقم کله‌قوچی (سه تکرار برای هر دور آبیاری)، از باغ B با دو دور آبیاری ٢٤ و ٤٨ روز، ٦ درخت رقم احمدآقایی (سه تکرار برای هر دور آبیاری) و از باغ C با دو دور آبیاری ٢٤ و ٤٨ روز، ٦ درخت رقم کله‌قوچی و ٦ درخت رقم احمدآقایی (سه تکرار برای هر

[1] pericarp
[2] exomesocarp
[3] endocarp

دور آبیاری) انتخاب شدند. زمان نمونه‌برداری برای مطالعه انتقال آوندی در میوه‌ها ۸ هفته بعد از شکوفایی گل‌ها بود و ٤ شاخه حاوی چندین خوشه از چهار جهت هر درخت به عنوان نمونه، جمع‌آوری شدند. در این زمان (۸ هفته بعد از شکوفایی) رشد کامل تخمدان و سخت شدن درون‌بر رخ داده اما رشد تخمک هنوز شروع نشده یعنی میوه‌هایی که پوک خواهند شد هنوز از میوه‌های پر قابل تشخیص نیستند. زمان نمونه‌برداری برای تعیین تعداد میوه‌های سالم و پوک، ۲۰ هفته بعد از شکوفایی گل‌ها (زمان برداشت میوه) بود و تعداد صد میوه رسیده از هر درخت و از چهار جهت آن به عنوان نمونه، جمع‌آوری شدند. نمونه‌برداري در منطقه نوق رفسنجان از درختان ۲۴ ساله که روي پایه‌ی بادامي ریز پیوند شده بودند و به وسیله‌ی گرده پایه نر P. vera گرده‌افشاني مي‌شدند، صورت گرفت.

انتقال آوندی در میوه‌ها: مطالعه‌ی انتقال آوندی در میوه‌های پسته با روش Polito (۱۹۹۹) انجام گرفت. شاخه‌ها به مدت ۱۲-۸ ساعت درون محلول (w/v) ۰/۲۵% فلورسئین‌دی‌سدیم قرار داده شدند. سپس از هر شاخه، ۱۰ میوه به طور تصادفی از خوشه‌های مختلف انتخاب شدند و از بند تخمک آن‌ها، برش دستی طولی گرفته شد [۱۵]. برش‌ها با میکروسکوپ فلورسنس (Olympus, Japan) با فیلتر G مورد مطالعه قرار گرفتند و از نمونه‌های مناسب، توسط دوربین دیجیتال کنن مدل IXUS 120 IS در دانشگاه شهید باهنر کرمان عکس‌برداری شد. تعداد میوه‌ها با نشانه‌های قطع انتقال آوندی در بند و همچنین تعداد میوه‌ها با انتقال آوندی سالم شمارش شدند. نسبت میوه‌ها با نقص در انتقال آوندی به کل میوه‌ها تعیین و به شکل درصد بیان شد.

تعداد میوه در در هر خوشه و میزان پوکی میوه‌ها: برای هر آزمایش ده خوشه از هر درخت (هر تکرار) انتخاب و تعداد میوه‌های هر خوشه شمارش و بر حسب درصد محاسبه شد. از هر تکرار (هر درخت) تعداد صد میوه رسیده به طور تصادفی انتخاب شدند. پس از جداسازی پوست نرم و پوست استخوانی، تعداد میوه‌های پوک و تعداد میوه‌های پر شمارش شد. نسبت میوه‌های پوک به کل میوه‌ها تعیین و به شکل درصد بیان شد.

محاسبات آماری: تجزیه و تحلیل واریانس داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS و MSTATC انجام شد. داده‌ها به صورت میانگین تکرارها ± انحراف از میانگین ارائه شدند و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ و ۰/۰۵ درصد انجام گرفت.

نتایج

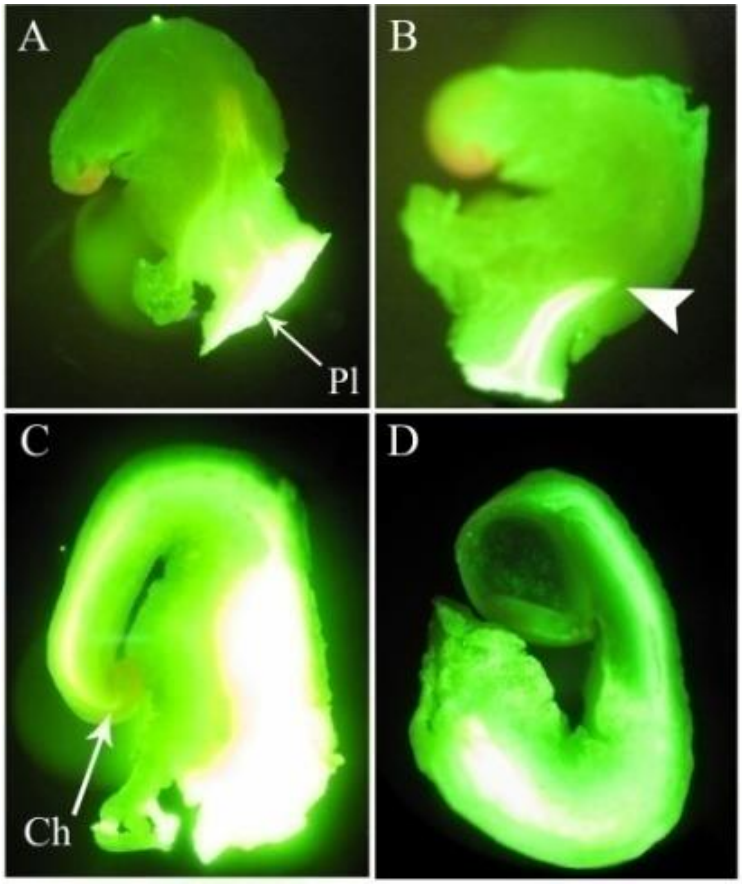
قطع انتقال آوندی در بند تخمک: بعد از رشد کامل تخمدان و سخت شدن درون‌بر و قبل از آغاز رشد تخمک، بررسی انتقال آوندی توسط محلول فلورسنس نشان داد که برخی میوه‌ها دچار قطع جریان فلورسنس در نواحی مختلف بند از جمله جفت یا کمی بالاتر از جفت (نزدیک قطب بنی (chalazal pole) تخمک بودند (شکل ۱A, B) در حالی که در برخی دیگر، انتقال محلول فلورسنس در طول دستجات آوندی بند تخمک، به طور کامل صورت می‌گرفت (شکل ۱C). انتقال آوندی در بند همه تخمک‌هایی که اندکی از آغاز رشد آن‌ها گذشته بود، سالم بود (شکل ۱D).

بررسی نتایج اولیه برای تشکیل تعداد میوه‌ها نشان داد که بیشترین تعداد خوشه در درخت و تعداد میوه در خوشه در هر دو رقم احمدآقایی و کله‌قوچی در دور آبیاری ۲۴ روز در مقایسه با ۴۸ روز دیده شد بطوری که در دور ۲۴ روز، تعداد میوه‌ها در هر دو رقم بیشتر از ۱۲ میوه بالغ و در دور ۴۸ روز کمتر از ۸ میوه در هر دو رقم بود. مقایسه بین دو رقم نشان داد که تعداد میوههای بالغ تشکیل شده در رقم احمدآقایی (۲۰-۱۵) بیشتر از کله‌قوچی (۱۷-۱۳) است. در دور آبیاری ۴۸ روز، میانگین تعداد میوه‌های سالم حدود ۸-۴ در احمدآقایی و ۶-۳ میوه در کله‌قوچی مشاهده شد. همچنین در هر دو رقم، در خاک سنگین تعداد میوه‌ها بیشتر از تعداد آنها در خاک سبک بود. بنابراین، در شرح نتایج زیر باید به نتایج ذکر شده در بالا توجه شود که بطور کلی آبیاری طولانی مدت (۴۸ روز) و خاک سبک بازدهی و حاصلخیزی را کاهش می‌دهد.

بر اساس تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها، فقط اثر ساده دور آبیاری روی نقص انتقال آوندی در سطح احتمال ۱% معنی‌دار شد (جدول ۲) و بر طبق مقایسه میانگین‌ها، نقص انتقال آوندی در دور آبیاری ۲۴ روز (۴۴ درصد) بیشتر از ۴۸ روز (۲۲ درصد) شد (جدول ۳). در اثرات متقابل دوگانه، فقط اثر متقابل دور آبیاری و رقم در سطح احتمال ۱%معنی‌دار شد (جدول ۲) و بیشترین نقص انتقال آوندی از اثر متقابل دور آبیاری ۲۴ روز و رقم کله‌قوچی (۴۷ درصد) و کم‌ترین از اثر متقابل دور آبیاری ۴۸ روز و رقم کله‌قوچی (۱۱ درصد) حاصل شد (جدول ۴). اثر متقابل سه‌گانه بافت خاک، دور آبیاری و رقم در سطح ۱% معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین نقص در انتقال آوندی از اثر متقابل خاک سبک، دور آبیاری ۲۴ روز و رقم کله‌قوچی (۵۵ درصد) و کم‌ترین از اثرات خاک سبک، دور آبیاری ۴۸

جدول ۱- تجزیه و تحلیل بافت خاک باغات محل جمع‌آوری نمونه‌های پسته

Pistachio orchard	Soil texture	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
A	Sandy loam (light)	54.6	25.6	19.8
B	Sandy loam (light)	62.6	17.6	19.8
C	Clay loam (heavy)	28.6	31.6	39.8



شکل ۱A-D. برش طولی بند تخمک پسته تحت میکروسکوپ فلورسنس با فیلتر G از شاخه‌های جمع‌آوری شده قبل از شروع رشد تخمک و نگه‌داری شده در محلول آبی فلورسئین‌دی‌سدیم در شرایطی که محلول فلورسنس در بافت آوندی بالا برود. A- قطع انتقال آوندی محلول فلورسنس در محل جفت قبل از آغاز رشد تخمک، B- قطع جریان محلول فلورسنس در ناحیه بالاتر از جفت قبل از آغاز رشد تخمک، C- جریان کامل محلول فلورسنس در بافت آوندی بند تخمک قبل از آغاز رشد تخمک، D- جریان کامل محلول فلورسنس در بافت آوندی بند تخمکی که کمی از آغاز رشد آن گذشته است، بزرگنمایی۴۰x=A-D. Ch=بند، Pl=جفت

روز و رقم کله‌قوچی (۰/۰۱ درصد) حاصل شد (جدول ۵).

پوکی میوه‌ها: بر اساس تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها، اثرات ساده بافت خاک و دور آبیاری روی میزان پوکی در سطح ۱% معنی‌دار بودند (جدول ۲). میزان پوکی در دور آبیاری ۲۴ روز (۲۶/۲ درصد) بالاتر از ۴۸ روز (۲۰/۹ درصد) و در خاک سنگین (۲۹/۱ درصد) بالاتر از خاک سبک (۱۸ درصد) بود (جدول ۳). تمامی اثرات متقابل دوگانه روی میزان پوکی در سطح ۱% معنی‌دار بودند (جدول ۲). در اثر متقابل دور آبیاری و رقم، بیشترین پوکی در دور آبیاری ۲۴ روز و رقم کله‌قوچی (۳۰/۵ درصد) و کم‌ترین پوکی در دور آبیاری ۴۸ روز و رقم کله‌قوچی (۱۶ درصد) حاصل شد (جدول۴). در اثر متقابل بافت خاک و دور آبیاری، بیشترین پوکی از اثر خاک سنگین و دور آبیاری ۲۴ روز (۳۴ درصد) و کم‌ترین پوکی از خاک سبک و دور آبیاری ۲۴ روز (۱۸/۵ درصد) همچنین از اثر خاک سبک و دور آبیاری ۴۸ روز (۱۷/۵ درصد) حاصل شد (جدول ۴). در اثر متقابل بافت خاک و رقم، بیشترین پوکی در خاک سنگین و رقم احمدآقایی (۳۴/۳ درصد) و کمترین پوکی در خاک سبک و رقم احمدآقایی (۱۳/۵ درصد) به دست آمد (جدول ۴). اثر متقابل سه‌گانه بافت خاک و دور آبیاری و رقم بر پوکی در سطح ۵% معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین پوکی از اثر خاک سنگین، آبیاری ۲۴ روز و کله قوچی (۳۵ درصد) همچنین از اثر متقابل خاک سنگین، آبیاری ۴۸ روز و احمدآقایی (۳۵ درصد) حاصل شد و کم‌ترین پوکی از اثر متقابل خاک سبک، رقم احمدآقایی و آبیاری ۲۴ روز (۱۱ درصد) حاصل شد (جدول ۵).

جدول ۲ -تجزیه و تحلیل واریانس نتایج حاصل از بررسی میزان پوکی میوه و میزان قطع انتقال در بافت آوندی منتهی به دانه (بند) در پسته

Variation sources	df	Vascular transport defect	Blankness
Repeat	2	0.0016	5.54
Soil	1	0.0069	**748.16
Error 1	2	0.001	14.5
Irrigation	1	**0.2831	**170.66
Soil × Irrigation	1	0.000092	**112.66
Error 2	4	0.0052	31.04
Cultivar	1	0.0313	2.66
Cultivar × Soil	1	0.00018	**560.66
Cultivar × Irrigation	1	**0.1214	**5.4.16
Cultivar × Irrigation × Soil	1	**0.2141	*60.16
Error 3	8	0.0071	9.04

جدول ۳ -مقایسه میانگین اثر ساده بافت خاک، دور آبیاری و رقم روی نقص انتقال آوندی در تخمک پسته. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون دانکن هستند. L.S: خاک سبک، H.S: خاک سنگین، 24.D: دور آبیاری ۲۴ روز، 48.D: دور آبیاری ۴۸ روز، A .cv: رقم احمدآقایی، .K cv: رقم کله‌قوچی

	Treatments	Vascular transport defect (%)	Fruit blankness (%)
Soil texture	L.S	31a	18b
	H.S	35a	29.16a
Irrigation period	24.D	44a	26.25a
	48.D	22b	20.91b
Cultivar	A cv.	36a	23.91a
	K cv.	29a	23.25a

جدول ۴ -مقایسه میانگین اثرات دوگانه بافت خاک، دور آبیاری و رقم روی نقص انتقال آوندی در تخمک پسته. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون دانکن هستند. L.S: خاک سبک، H.S: خاک سنگین، 24.D: دور آبیاری ۲۴ روز، 48.D: دور آبیاری ۴۸ روز، A cv.: رقم احمدآقایی، K cv.: رقم کله‌قوچی

	Treatments	Vascular transport defect (%)	Fruit blankness (%)
Irrigation +Soil texture period	24.D×L.S	42a	18.5c
	48.D×L.S	20b	17.5c
	24.D×H.S	45a	34a
	48.D×H.S	24b	24.33b
cultivar+Soil texture	A cv.×L.S	35ab	13.5c
	K cv.×L.S	27b	22.5b
	A cv.×H.S	38a	34.33a
	K cv.×H.S	31ab	24b
+Irrigation period cultivar	A cv.×24.D	40ab	22b
	K cv.×24.D	47a	30.5a
	A cv.×48.D	33b	25.83ab
	K cv.×48.D	11c	16c

جدول ۵ مقایسه میانگین اثرات سه گانه بافت خاک، دور آبیاری و رقم روی نقص انتقال آوندی در تخمک پسته. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون دانکن هستند. L.S: خاک سبک، H.S: خاک سنگین، 24.D: دور آبیاری ۲۴ روز، 48.D: دور آبیاری ۴۸ روز، A cv.: رقم احمدآقایی، K cv.: رقم کله‌قوچی

Treatments	Vascular transport defect	Fruit blankness
A cv.+ 24.D +L.S	30cd	11e
K cv.+ 24.D +L.S	55a	26bc
A cv.+ 48.D +L.S	41bc	16de
K cv.+ 48.D +L.S	0.01e	19cd
A cv.+ 24.D +H.S	51ab	33ab
K cv.+ 24.D +H.S	40bc	35a
A cv.+ 48.D +H.S	25d	35a
K cv.+ 48.D +H.S	23d	13de

بحث

نتایج این پژوهش نشان دادند که پوکی میوه‌های پسته در خاک سنگین و میزان آبیاری بیشتر (دور آبیاری کوتاه‌تر) بیشتر شد. بر طبق مطالعات قبلی آب یک عامل محدودکننده مهم در زیستگاه‌های مدیترانه‌ای است که قابلیت باروری ماده را تحت تاثیر قرار می‌دهد به طوری که در گیاهان ماده با آبیاری کافی، درصد زیست‌پذیری و کیفیت دانه‌ها به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. آب کافی به رشد گیاه و جذب مواد غذایی کمک کرده و سمیت یونی در خاک که به طور معمول با خشکی تحمیل می‌شود را کاهش می‌دهد [۱۹]. با این حال بعضی از تحقیقات نشان داده‌اند که بعضی از گونه‌های گیاهی در آبیاری محدودتر، محصول دانه بالاتری تولید کرده‌اند. در این گیاهان، آب زیاد موجب افزایش مقدار کلروفیل و افزایش رشد رویشی و زایشی شده و در نتیجه، گل‌آذین‌ها، گل‌ها، میوه‌ها و دانه‌های بیشتری تولید می‌گردد. در چنین شرایطی، رقابت شدیدی

بین دانه‌ها ایجاد می‌شود که مخزن قوی محصولات فتوسنتزی و عناصر معدنی هستند. این وضعیت در نهایت موجب تولید دانه‌های کوچکتر یا حتی عدم تولید دانه در بسیاری از میوه‌ها شده و پوکی را افزایش می‌دهد. چنین نتایجی در بالنگو (*Lallemantia* sp) [۱۰]، پیاز (*Allium cepa*) (۱۸) و رازیانه (*Foenicolum vulgar*) [۸] گزارش شده است. بنابراین با توجه به تعداد بیشتر میوه‌های تشکیل شده در دور آبیاری ۲۴ روز و خاک سنگین با میزان بالای نگهداری آب، بدیهی است که تعداد میوه‌های پوک نیز افزایش می‌یابد. نتایج اثرات متقابل دوگانه در این مطالعه نشان دادند که به خصوص وقتی آبیاری زیاد با خاک سنگین همراه باشد که آب را به مدت طولانی‌تری در خود نگه می‌دارد، میزان میوه دهی و پوکی افزایش می‌یابد. اما خاک سبک چه همراه با آبیاری زیاد باشد و چه همراه با آبیاری کم، سبب کاهش تعداد میوه، کاهش رقابت و در نتیجه کاهش پوکی می‌شود.

با وجود این‌که کله‌قوچی به عنوان یک رقم با پوکی بالا و احمدآقایی رقمی با پوکی پایین مطرح هستند [۴]، در مطالعه حاضر، اثر ساده رقم روی میزان پوکی معنی‌دار نبود. بر طبق Ferguson و همکاران (۲۰۰۵) چ۵] میزان پوکی پسته، همیشه در یک رقم ثابت نیست و در سال‌های مختلف و حتی در بین درختان مختلف یک رقم، متنوع است [۵]. میزان پوکی صفتی است که بسیار تحت تاثیر شرایط خارجی گیاه قرار می‌گیرد. در اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه در این مطالعه، رقم احمدآقایی به نوع خاک حساس‌تر بود در حالی که رقم کله‌قوچی به میزان آبیاری واکنش بیشتری نشان داد.

Mogensen در ۱۹۷۶و ۱۹۸۱ [۱۲، ۱۳]، ارزش رنگ فلورسنت فلورسئین دی‌سدیم را به عنوان یک ابزار در تحقیق روی سرنوشت تخمک‌های بلوط اثبات کرده است. همچنین Pimienta و Polito (۱۹۸۲) [۱٤] از این رنگ در مطالعه سقط تخمک ثانویه در بادام استفاده نمودند و نشان دادند که می‌توان تخمک سقط شده یا ثانویه را قبل از آغاز تغییرات ساختاری با دو رنگ فلورسنت آبی آنیلین و فلورسئین دی‌سدیم شناسایی کرد. به این ترتیب که یکی از تخمک‌های بادام حدود ۲ روز بعد از شکوفایی به علت رسوب کالوز در سمت بنی دچار قطع انتقال آوندی می‌شود. از این رو می‌توان پیش‌بینی کرد که کدام تخمک در بادام در نهایت سقط خواهد شد. Polito (۱۹۹۹) [۱۵] الگوی انتقال آوندی در میوه‌ها و تخمک‌های پسته را با دنبال کردن محلول فلورسئین دی‌سدیم از شاخه‌های بریده شده به سمت گل‌ها و میوه‌های کوچک در حال نمو بررسی کرد و نشان داد که در اوایل گل‌دهی، انتقال آوندی به سمت قطب بنی تخمک، سالم و بدون عیب است و ۹-٦ هفته بعد از شکوفایی ۱۰۰-۹۰ درصد میوه‌ها دچار نقص در انتقال محلول به تخمک‌ها شدند. سرانجام در ۸۳/۳ درصد از تخمک‌ها دوباره جریان محلول فلورسئین دی‌سدیم از سر گرفته شد که این درصد با درصد متوسط میوه‌های دانه‌دار در زمان برداشت (۷۷/۵ درصد) همبستگی مثبت داشت. زمانی که انتقال آوندی تخمک‌ها دچار نقص شد، درصد بالایی از آن‌ها اندوسپرم خود را از دست دادند و به نظر می‌رسد که اصلاً لقاح نیافته‌اند. هیچ یک از تخمک‌هایی که جریان آوندی کامل داشتند اندوسپرم خود را از دست ندادند. بنابراین انتقال محلول فلورسئین دی‌سدیم یک ابزار برای پیش‌بینی سرنوشت تخمک‌ها معرفی شد [۱۵].

در مطالعات مروری انجام شده، هیچ گزارشی در مورد اثر نوع خاک، میزان آبیاری یا رقم بر انتقال آوندها یافت نشد. در پژوهش حاضر، مشخص شد که تنها اثر ساده دور آبیاری روی انتقال آوندی میوه‌ها موثر است. در دور آبیاری ۲٤ روز نسبت به ٤۸ روز، درصد دانه‌ها با انتقال آوندی قطع شده بیشتر بود که با میزان بالاتر پوکی در دور آبیاری ۲٤ روز همخوان است. در بین اثرات متقابل دوگانه، تنها اثر دور آبیاری و رقم معنی‌دار بود و بیشترین نقص انتقال آوندی در رقم کله‌قوچی با آبیاری ۲٤ روز وکمترین در رقم کله‌قوچی با آبیاری ٤۸ روز مشاهده شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کله‌قوچی رقمی است که برای تولید میوه پوک از قطع انتقال آوندی بیشتر استفاده می‌کند. قطع جریان آوندی به دانه، پوکی از نوع دوم یعنی در زمان رشد دانه و پر شدن میوه ایجاد می‌کند. از آن جا که کله‌قوچی نسبت به احمدآقایی، دانه‌های درشت‌تر و سنگین‌تری تولید می‌کند، در شرایط پرآبی که دانه‌های بیشتری تولید می‌شوند و رقابت شدیدتری

بین دانه‌ها برای رشد و اختصاص دادن محصولات فتوسنتزی به خود وجود دارد، رقم کله‌قوچی از طریق قطع انتقال آوندی به تخمک‌های در حال رشد موجب مهار رشد آن‌ها می‌شود. اما در آبیاری طولانی‌تر (٤٨ روز) رقابت کمتر، تعداد میوه‌ها کمتر و در نتیجه، این رقم کمترین قطع انتقال آوندی به دانه‌ها را نشان می‌دهد. در اثرات متقابل سه‌گانه بیشترین نقص در رقم کله‌قوچی با آبیاری ٢٤ روز و واقع در خاک سبک و کمترین در رقم کله‌قوچی با آبیاری ٤٨ روز و واقع در خاک سبک دیده شد. به طور کلی در این تحقیق، نوع خاک اثر مشخصی روی قطع انتقال آوندی به دانه نشان نداد.

نتایج نشان دادند که بالاترین میزان پوکی از بالاترین میزان قطع انتقال آوندی کمتر هستند (جدول ٥). بنابراین قطع انتقال آوندی در بند تخمک می‌تواند به طور گذرا اتفاق افتاده و مجددا توسط گیاه ترمیم شود. Polito (١٩٩٩) (١٥) نیز نشان داد که در درصد بالایی از تخمک‌های دچار قطع انتقال آوندی، دوباره جریان محلول فلورسئین دی‌سدیم از سر گرفته شد.

نتیجه‌گیری نهایی

در این مطالعه مشخص شد که رنگ‌آمیزی فلورسنس با دی‌سدیم‌فلورسئین، یک روش مفید برای مطالعه استمرار انتقال در بافت آوندی است. نتایج پژوهش حاضر نشان دادند که تعداد میوه‌های تشکیل شده در دور آبیاری ۲۴ روز و خاک سنگین در مقایسه با ۴۸ روز و خاک سبک بالاتر است. بهرحال، بدلیل تعداد کمتر میوه و عدم رقابت در ۴۸ روز، میزان پوکی در این دور کمتر از دور ۲۴ روز می‌باشد، همچنین، میزان تخمک‌های دچار نقص انتقال آوندی نیز کمتر بود. دو رقم احمدآقایی و کله‌قوچی تفاوتی از نظر میزان کلی پوکی نشان ندادند اما مشخص شد که در شرایط نامناسب از نظر آبیاری و بافت خاک، رقم کله‌قوچی بیشتر از احمدآقایی از قطع انتقال آوندی به تخمک به عنوان راهی برای سقط دانه‌ها و پوک شدن میوه‌ها استفاده می‌کند و می‌تواند رقمی به صرفه تر در نظر گرفته شود. از آن جا که درصد میوه‌هایی که در زمان برداشت پوک هستند کمتر از درصد قطع انتقال آوندی در تخمک‌های در حال رشد است، قطع انتقال آوندی در بند تخمک می‌تواند به طور گذرا اتفاق افتاده و مجددا توسط گیاه ترمیم شود.

منابع

[1] Al- Saghir, M. G. (2010). Phylogenetic analysis of genus *Pistacia* L. (Anacardiaceae) based on morphological data. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9(1), 28- 35.

[2] Bachelier, J. B. & Endress, P. K. (2007). Development of inflorescences, cupules, and flowers in Amphipterygium and comparison with *Pictacia* (Anacardiaceae). *International Journal of Plant Sciences*, 168 (9), 1237-1253.

[3] Esmaeeli, M. (1996). *Important pests of fruit trees of Iran*. Sepehr publication center (page 577). (In Farsi).

[4] Esmaeelpoor, A. (2005). The characteristics of some important cultivars of pistachio in Iran. *Iranian Pistachio Research Institute*, 27, 10-14 (In Farsi).

[5] Ferguson, L., Polito, V. S. & Kallsen, C. (2005). The pistachio tree; botany and physiology and factors that affect yield. *California Pistachio Manual*, (pp. 31-40).

[6] Grundwag, M. (1976). Embryology and fruit development in four *Pistacia* L. (Anacardaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 73, 355- 370.

[7] Kardoush, M., Dairy, M. A., Shdeifat, S. & Albashabsheh, N. (2009). Effect of some local pollinators on fruit characteristics of three pistachio cultivar in Aleppo Area. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(3), 255- 260.

[8] Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. & Azizi1 G. (2006). The effect of different irrigation intervals and plant densities on yield and yield components of two fennel (*Foenicolum vulgare*) landraces, Iranian journal of field crops research. 4(1): 131-140

[9] Lin, T. S., Crane, J. C. & Polito, V. S. (1984). Anatomical aspect of abscission in pistachio. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 109, 69-73.

[10] Maleki Farahani, S. & Abdollahi, M. (2014). The effect of low irrigation on the growth, yield and yield components of two *lallemantia* sp. (*royleana & iberica*) from Mashhad and Urmia. Iranian journal of field crops research, 12(3): 502-515.

[11] Mirzaeekhalilabadi, H & chizari, A. (2004). Determination of irrigation water consumption in pistachio production. *Pajouhesh & Sazandegi*, 62, 43-49 (In Farsi).

[12] Mogensen, H. L. (1976). Ovule abortion in *Quercus* (Fagaceae). *American Journal of Botany*, 62, 160-165.

[13] Mogensen, H. L. (1981). Translocation of uranin within living ovules of selected species. *American Journal of Botany*, 68, 195-199.

[14] Pimienta, E. & Polito, V. S. (1982). Ovule abortion in Nonpareil almond (*Prunus dulcis* [Mill] D. A. Webb). *America Journal of Botany*, 69, 913-920.

[15] Polito, V. S. (1999). Seedlessness and partenocarpy in *Pistacia vera* L. (Anacardiaceae): Temporal changes in patterns of vascular transport to ovules. *Annals of Botany*, 83,363-368.

[16] Pourmohammadali, B., Hosseinifard, S.J., Salehi, M.H., Sharifi, H., Esfandiarpor Boroujeni, I. (2019) Effects of soil properties, water quality and management practices on pistachio yield in Rafsanjan region, southeast of Iran. Agricultural water management. 213(1), 894-902.

[17] Rezanejad, F., & Shekari, M. (2019). Studies of growth, oil, and fatty acids in seeds of two cultivars of *Pistacia vera* L. in relation with developmental stages. *Trees*, 33, 577-586.

[18] Singh, D.P. & Riwar R.S. (1996). Effect of micronutrients on yield and quality of onion (*Allium cepa*. L.) variety pusa Red. Horticulture, 3 (1): 111-117.

[19] Verdu, M & Gracia-Fayos, P. (1998). Ecological causes, functional, and evolution of abortion and parthenicarpy in *Pistacia lentiscuc* (Anacardiaceae). *Canadian Journal of Botany*, 76, 134- 141.

The effects of irrigation periods and soil texture on fruits number, vascular transport defect of ovule (seed) and fruits blankness in two pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars

Rezanejad F.[*1], Hosseini N.[1], Bahramabadi E.[1]

[1] Department of Biology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

[*] Email: frezanejad@uk.ac.ir

Received: October 2019 Accepted: February 2020

Abstract

The vascular system allows plants to rapidly transport water and nutrients over long distances between roots and other plant parts. It also provides mechanical support for the plant body. In this study, the effect of soil texture (light and heavy) and irrigation periods (24 and 48 days) were assayed on vascular transport defect of ovules and fruits blankness in two pistachio cultivars (Kalehghoochi and Ahmadaghae). Eight weeks after flowering, some branches were kept in disodium fluorescein solution. Then, the small fruits were sectioned by hand and studied with fluorescence microscopy for vascular defect. The rate of fruit blankness was determined at harvest time too. Overall levels of developed ovules (fruits) in each inflorescence as well as fruit blankness were studied. The fruits numbers were higher in shorter irrigation period (24 days) and heavy soil compared with longer irrigation period (48 days) and light soil. Also, the rate of vascular transport defect in ovules as well as fruit blankness were higher too. These results can be attributed to the higher number of fruits produced in high water availability and heavy soil, as optimal condition, and in results, their stronger competition for fruit filling. It was also shown that in comparison with Ahmadaghaee cultivar, the Kaleghoochi cultivar mostly through the vascular transport blocking in developing ovules (seeds) is resulted in blankness of fruits. Vascular transport defects can occur transiently and be repaired by the plant.

Keywords: Blankness, disodium fluorescein, fluorescence staining, pistachio, sectioning.