تاثیر مصرف نیتروژن در مراحل کلیدی فنولوژی برشاخص تناوب باردهی مرکبات

علی اسدی کنگرشاهی [۱]، نگین اخلاقی امیری [۲]
۱- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب و بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۲- عضو هیات علمی بخش امور زراعی و باغی مرکز تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی ساری

چکیده
به منظور بررسی تاثیر مصرف نیتروژن در تشکیل میوه، عملکرد و تناوب‌باردهی درختان نارنگی انشو میاگاوا، ابتدا مراحل کلیدی فنولوژیرشد رویشی و زایشی از ابتدای تورم جوانه‌ها تا پایان مرحله برداشت میوه‌ها در منطقهو متوسط عملکرد در سال‌های متوالی ثبت شد.سپس آزمایشی با تیمارهای: ۱. شاهد؛ ۲. قبل از تمایز جوانه‌های گل؛ ۳. قبل از گل‌دهی؛ ۴. پس از تشکیل میوه؛ ۵. در مرحله دوم رشد میوه؛ ۶. مصرف نیتروژن پس از برداشت میوه و ۷.قبل از تمایز جوانه‌های گل +پس از تشکیل میوه + در مرحله دوم رشد میوه +پس از برداشت میوه انجام شد.نیتروژن در مراحل کلیدی فنولوژی، موجب کاهش شاخص تناوب‌باردهی شد.کمترین شاخص از تیمار ترکیبی محلول‌پاشی نیتروژن(تیمار ۷) حاصل شد. بنابراین مدیریت مصرف تغذیه،متناسب با مراحل کلیدی فنولوژی به‌عنوان یک راهکار برای افزایش تشکیل میوه،بهبود عملکرد و کاهش تناوب‌باردهی درختان مرکبات توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، فنولوژی، تناوب باردهی، مرکبات.

مقدمه
به طور کلی، مراحل کلیدی فنولوژی رشد رویشیو زایشی درختان مرکبات شامل گل‌آغازی، گل‌انگیزی، تمایز جوانه‌های گل، بازشدن گل‌ها، تشکیل میوه، تقسیم سلولی، توسعه و بزرگ شدن سلول‌ها، رسیدن میوه‌ها و پس از برداشت است(مهدوی و همکاران، ۱۳۹۱؛ اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳، جلد دوم). زمان وقوع و نیاز نیتروژنی درختان مرکبات در مراحل مختلف فنولوژی، متفاوت است و مصرف کودهای نیتروژنی در مراحل کلیدی فنولوژی موجب افزایش کارایی جذب، کارایی فیزیولوژیکی و اقتصادیاین کودها می‌شود. به طوری که هدف از تغذیه قبل از تمایز جوانه‌های گل، تشکیل جوانه‌های گل بیشتر و با کیفیت بالاتر است اما در طول دوره گلدهی، تشکیل میوه بیشتر و با کیفیت مطلوب‌تر مورد نظر است. در مرحله تقسیم سلولی، افزایش اندازه میوه‌چه‌ها از طریق افزایش تقسیم سلولی است و زمان آن از شروع گل‌دهی تا پایان ریزش تابستانه (June drop) می‌باشد. ریزش بعد از تشکیل میوه (Post setting) و ریزش تابستانه نیز در این مرحله قرار دارند. ریزش پس از تشکیل میوه، بیشتر تحت تاثیر تنش‌های محیطی، نیتروژن ذخیره و تغذیه دراز مدت (به طور عمده تغذیه سال قبل) درختان است. اما ریزش تابستانه، بیشتر تحت تاثیر تغذیه سال جاری و تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی و تنش گرمایی (درجه حرارت بالا) رخ می‌دهد. بنابراین در فاز اول رشد میوه، بزرگ شدن میوه‌چه‌ها ناشی از تقسیم سلولی است و سلول‌ها از نظر اندازه، رشد چندانی ندارند. با توجه به این که در فرآیند تقسیم سلولی، آنزیم‌ها بیشترین نقش را دارند و این آنزیم‌ها به ط ور مرتب تولید و مصرف می‌شوند، همچنین آنزیم‌ها، پروتئین‌هایی هستند که نیتروژن در ساختمان آن‌ها نقش اساسی دارد ازاین‌رو، در فاز اول رشد میوه، محلول‌پاشی نیتروژن اهمیت زیادی دارد. مرحله توسعه و بزرگ شدن سلول‌ها از نظر زمانی، پس از پایان ریزش تابستانه، شروع و تا زمان بلوغ میوه‌ها ادامه دارد. در این مرحله، تقسیم سلولی متوقف شده و تعداد سلول‌های میوه‌چه‌ها تقریبا ثابت است و بزرگ شدن میوه‌ها، ناشی از انبساط و بزرگ شدن سلول‌ها استبنابراینیازتغذیه‌ای آن‌ها متفاوت از مرحله اول می‌باشد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳، جلد دوم).

تناوب باردهی یکی از چالش‌های اصلی باغداران مرکبات به ویژه برای نارنگی‌های انشو، نارنگی‌های کلمانتین، پرتقال‌های خونی و غیره است. یکی از مهمترین دلایل پایین بودن متوسط عملکرد مرکبات در کشور، تناوب باردهی (سال‌آوری) است. درختان با تناوب باردهی، در سال‌های متوالی محصول منظمی تولید نمیکند. معمولاً عملکرد بالا دریك سال همراه با عملکرد بسیارکم در سال بعد است. در سال پرمحصول، درختان دارای تعداد زیادی میوه کوچك هستند از طرف دیگر درسال کم‌محصول، تعداد میوه تشکیل شده بسیار اندك است بنابراین به طور کلی، راندمان اقتصادی مناسبی برای تولیدکننده ندارند. درسال پرمحصول تعداد زیادی میوه روی درخت که اعضای مصرف‌کننده (سینك) هستند سبب مصرف بیشترمتابولیت‌های فتوسنتزی در اندام‌های هوایی میشوند و انتقال مواد به ریشه به شدت کاهش مییابد. بنابراین کمبود این متابولیت‌ها در ریشه‌ها،موجب کاهشفعالیت‌های متابولیکی، جذب و انتقالبرخی عناصر غذایی می‌شود.. کاهش جذب عناصرغذایی موجب عدم تعادل تغذیه‌ای و اختلال در توازن هورمونی میشود و مجموع این عوامل سبب جلوگیری از تشکیل جوانه گل درسال کم‌محصول میگردد(Mazhar et al., ۲۰۰۷; Goldschmidt, ۲۰۰۵). بنابراین روش‌هایی که موجب افزایش تولید متابولیت‌ها، انتقال آن‌ها به ریشه، تعادل تغذیه‌ای و بهبود توان درختان شود می‌تواند موجب تعدیل سیکل تناوب‌باردهی و افزایش سود اقتصادی گردند. رابطه بین عملکرد و وضعیت تغذیه‌ای درختان مرکبات نشان می‌دهد که یك همبستگی خطی بین وضعیت تغذیه‌ای درختان و عملکرد آن‌ها موجود است (Haggag et al., ۱۹۹۵; Guardiola, ۲۰۰۰). مدیریت تغذیه

بهینه درختان مرکبات سبب کاهش تعداد سال‌های کم‌محصول و افزایش اندازه میوه در سال‌های پرمحصول و بهبود بازارپسندی در مرکبات می‌شود (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، ۱۳۸۹).

محلول‌پاشی اوره، قبل از شکوفایی گل‌ها، موجب افزایش تشکیل میوه و ریزش پس از تشکیل میوه در درختان مرکبات گردید.(Rabe, ۱۹۹۴; Ali and Lovatt, ۱۹۹۴)محلول‌پاشی اوره قبل و پس از برداشت میوه موجب بهبود وضعیت تغذیه‌ای درختان، افزایش تشکیل میوه و کاهش تناوب باردهیشد(Young and Kwangchool, ۱۹۹۷; Kim and Ko, ۱۹۹۴). تغذیه متعادل همراه با محلول‌پاشی اوره قبل و بعد از برداشت در سال‌های پرمحصول تقریبا سبب حذف سیکل تناوب‌باردهی در نارنگی انشو گردید به عبارت دیگر اختلاف عملکرد در سال‌های کم‌محصول و پرمحصول به‌میزان قابل توجهی کاهش یافت (Asadi Kangarshahi and Akhlaghi Amiri, ۲۰۰۸).

بنابراین هدف از این پژوهش،نشان دادن اهمیتتناوب‌باردهی با ثبت متوسط عملکرد در سال‌های متوالی، تعیین مراحل فنولوژیکی کلیدی و بررسی تاثیر مصرف نیتروژن در این مراحل کلیدی فنولوژی در افزایش تشکیل میوه، عملکرد و همچنین کاهش تناوب‌باردهی درختان نارنگی انشو میاگاوا بود.

مواد و روش‌ها

ابتدا مراحل کلیدی فنولوژیکی نارنگی‌های انشوی پیش‌رس میاگاوا در منطقه تعیین شد و برای نشان دادن اهمیتتناوب‌باردهیدر نارنگی انشو، متوسط عملکرد این درختان در ۳۰ باغ مرکبات در شرق استان مازندران در سال‌های متوالی ثبت شد. سپس به منظور کاهش شدت تناوب‌باردهی در درختان نارنگی انشو، آزمایشی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و پنج تکرار انجام شد. تیمارها شامل: ۱- شاهد (مصرف نیتروژن بر اساس آزمون خاک، آزمون برگ و پیش بینی عملکرد و تقسیط نیتروژن مطابق نیاز محصول)؛ ۲- محلول‌پاشی نیتروژن قبل از تمایز جوانه‌های گل (محلول‌پاشی زمستانه)؛ ۳- محلول‌پاشی نیتروژن قبل از گل‌دهی (محلول‌پاشی در زمان تورم جوانه‌های گل)؛ ۴- محلول‌پاشی نیتروژن پس از تشکیل میوه؛ ۵- محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله دوم رشد میوه؛۶- مصرف نیتروژن پس از برداشت میوه (کودآبیاری و محلول‌پاشی)و ۷- محلول‌پاشی نیتروژن قبل از تمایز جوانه‌های گل، پس از تشکیل میوه، در مرحله دوم رشد میوه به علاوه مصرف نیتروژن پس از برداشت میوه بود.مصرف کودهای شیمیاییدر همه تیمارها یکسان و با توجه به نتایج آزمون خاك، برگ و همچنین پیش بینی عملکرد انجام شد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳).

محلول‌پاشی زمستانه اوره، جهت افزایش تشکیل میوه در اسفندماه (زمانیکه جوانه‌ها متورم شدند) با غلظت ۷ درهزار در سال کم محصول انجام شد. محلول‌پاشی تابستانه اوره با غلظت ۵ در هزار پس از پایان ریزش فیزیولوژیك تابستانه میوه و در اواخر فاز دوم رشد میوه انجام گرفت. مصرف نیتروژن پس از برداشت میوهبه شکل کودآبیاری در اوایل آبان ماه هر سال انجام شد. لازم به ذکر است که میزان مصرف نیتروژن با توجه به آزمون خاك و برگ و عملکرد درختان برای تمام تیمارها یکسان بود تنها مدیریت مصرف آن، متناسب با تیمارها تغییر کرد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳، جلد اول). عملکرد میوه در سال‌های متوالی و همچنین شاخص تناوب‌باردهی به عنوان پاسخ‌های گیاهی در نظر گرفته شد.برای محاسبه شاخص تناوب باردهی، ابتدا نسبت تفاضل عملکرد در سال‌های متوالی به مجموع عملکرد همان دو سال محاسبه گردید. سپس از مجموع این مقادیر میانگین گرفته شد.کلیه داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای آماری و آزمون F مورد تجزیه واریانسقرارگرفت و مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از مراحل فنولوژیکی نارنگی‌های انشوی میاگاوا در جدول ۱ آورده شده است این مراحل فنولوژیکی تحت تاثیر شرایط آب و هوایی و فیزیولوژی درختان است و در سال‌های مختلف می‌تواند از ۱۰ تا ۱۵ روز تغییر کند.

جدول ۱- مراحل کلیدی فنولوژی رشد نارنگی انشو میاگاوا در منطقه آزمایشی

مراحل کلیدی فنولوژی	نارنگیانشوی میاگاوا
تورم جوانه‌ها	۲۵- ۱۵ بهمن
تمایز جوانه‌ها	۲۰ - ۱۵ اسفند
فلش بهاره	۲۰- ۱۵ فروردین
شروع گلدهی	۱۰ - ۳ اردیبهشت
پایان فلش بهاره	۳۰- ۱۵ اردیبهشت
شروع ریزش تابستانه	۱۰-۱۵ خرداد
پایان ریزش تابستانه	۲۰-۳۰ خرداد
شروع فلش پاییزه	۱۰-۱۵ شهریور
پایان فلش پاییزه	۲۰ - ۱۰ آبان

تأثیر تیمارهای مختلف بر میانگین شاخص تناوب باردهی در جدول ۲آمده است. برای محاسبه تناوب‌باردهی، ابتدا نسبت تفاضل عملکرد در سال‌های متوالی به مجموع عملکرد همان دو سال محاسبه گردید سپس از مجموع این مقادیر میانگین گرفته شد. همان‌طور که ملاحظه میشود تیمار شاهد با ۵۷/۰ بیشترین شاخص تناوب باردهی راداشت و تیمار محلول‌پاشی نیتروژن قبل از تمایز جوانه‌های گل، پس از تشکیل میوه، در مرحله دوم رشد میوه به علاوه مصرف نیتروژن پس از برداشت میوه باشاخص تناوب باردهی ۱۲/۰ کمترین شاخص تناوب باردهی را نشان داد.تیمار پس از برداشت میوه در رتبه بعدی بهبود شاخص تناوب باردهی نسبت به شاهد قرار گرفت.

جدول ۲- تأثیر مصرف نیتروژن در مراحل کلیدی فنولوژی بر شاخص تناوب باردهی

تیمارها		شدت تناوب باردهی (I)
۱.	شاهد	۵۷/۰
۲.	محلول‌پاشی نیتروژن قبل از تمایز جوانه‌های گل (محلول‌پاشی زمستانه)	۳۹/۰
۳.	محلول‌پاشی نیتروژن قبل از گل‌دهی (محلول‌پاشی در زمان تورم چوانه‌های گل)	۴۱/۰
۴.	محلول‌پاشی نیتروژن پس از تشکیل میوه	۴۳/۰
۵.	محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله دوم رشد میوه	۴۷/۰
۶.	مصرف نیتروژن پس از برداشت میوه (کودآبیاری و محلول‌پاشی)	۲۲/۰
۷.	محلول‌پاشی نیتروژن قبل از تمایز جوانه‌های گل، پس از تشکیل میوه، در مرحله دوم رشد میوه به علاوه مصرف نیتروژن پس از برداشت میوه	۱۲/۰

نتایج متفاوتی از اثر محلول‌پاشی اوره در تشکیل میوه گزارش شده است.گزارش‌های مختلف نشان میدهند که فرآیند گل‌آغازی در مرکبات در اوایل زمستان انجام میشود و محلول‌پاشی زمستانه (بعد از گل‌آغازی و قبل از تمایز جوانه‌های گل) بیشترین تأثیر را در تشکیل میوه دارد، اما برخی گزارش‌ها نیز نشان داده است که مقدمه فرآیند گل‌آغازی در مرکبات به احتمال زیاد در تابستان انجام میشود، بنابراین محلول‌پاشی تابستانه نیز میتواند تشکیل میوه را در مرکبات افزایش دهد در ضمن همه محلول‌پاشیها منجر به افزایش تشکیل میوه نشده است و همچنین میزان افزایش تشکیل میوه نیز متفاوت بوده است (Albrigo, ۱۹۹۷;Haggag et al., ۱۹۹۵; Mazhar et al., ۲۰۰۷). بین آمونیوم و متابولیت‌های آن و میزان گل‌دهی و تشکیل میوه، رابطه مستقیمی وجود دارد به‌طوریکه محلول‌پاشی اوره سبب افزایش معنیدار تعداد جوانه‌ی گل، تعداد گل در گل‌آذین، تجمع آمونیوم در برگ‌ها در زمان گل‌آغازی و عملکرد گردید (Lovatt et al., ۱۹۸۸; Arias et al. ۲۰۰۵). نتایج اثرمحلول‌پاشی اوره قبل و بعد ازبرداشت میوه (با غلظت ۳-۵/۰ درصد) بر رشد درخت، گل‌دهی و تشکیل میوه در نارنگی نشان داد که محلول‌پاشی اوره برای درختان با محصول زیاد، شمار گل‌ها را افزایش و مصرف اوره در درختان با بارکم شمار گل‌ها را کاهش داد. محلول‌پاشی اوره با غلظت یك درصد یك هفته قبل و بعد از برداشت میوه وضعیت تغذیه‌ای درختان را بهبود بخشید و باعث افزایش تشکیل میوه شد (Lovatt and Sagee., ۱۹۹۲).محلول‌پاشی اوره با بیورت کم (با غلظت یك درصد) یك یا دو بار حدود ۶ الی ۸ هفته قبل از شکوفایی،باعث افزایش غلظت آمونیوم، افزایش گلدهی و تشکیل میوه و همچنین افزایش عملکرد به ویژه در باغ‌هایی با غلظتنیتروژن برگ کمتر از ۶/۲ درصد شد(Rabe, ۱۹۹۴).

همچنین تحقیقات متعدد در مورد مرکبات نشان داده است که مرکبات در زمان گل‌دهی بیشترین نیاز را به نیتروژن دارند و بیش از ۹۰% از این نیتروژن از نیتروژن ذخیره شده در اندام‌های درخت (عمدتاً ریشه‌های فیبری و شاخه‌های جوان) تأمین میشود، اما نیتروژن مصرفی در طول فصل رشد بیشتر در اندام‌هایی از درخت ذخیره میشود که انتقال مجدد آن بسیار ناچیز است و نمیتواند نیاز گل‌ها را در زمان خاص تأمین نماید؛ ولی نیتروژن مصرفی در انتهای فصل پاییز و محلول‌پاشی نیتروژن بعد از گل‌آغازی و قبل از تمایز جوانه‌های گل بیشتر موثر میباشد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، ۱۳۹۳، جلد دوم). از طرف دیگر به علت اختلاف فاز رشدی که بین رشد ریشه‌ها و فلش‌های قسمت هوایی درخت وجود دارد، در زمان شروع رشد فلش‌های بهاره و گل‌دهی، فعالیت ریشه بسیار پایین است و حداقل جذب از خاك صورت میگیرد و راندمان مصرف نیتروژن در این زمان کمتر از ۲۰% خواهد بود ضمناً در این زمان خاص، برگ‌های قدیمی مرکبات نیز به عنوان یك سینك قوی عمل کرده و بیشتر از ۷۰% نیتروژن جذب شده از محلول خاك به مصرف برگ‌های قدیمی میرسد. اما در انتهای فصل پاییز قبل از این‌که درجه حرارت محیط به زیر صفر بیولوژیك رشد مرکبات برسد اگر نیتروژن مصرف شود به علت این‌که توقف رشد ریشه‌های مرکبات حداقل یك ماه با قسمت هوایی اختلاف فاز دارد، این نیتروژن توسط ریشه‌های فیبری جذب شده و نیز مقداری از آن به شاخه‌های جوان انتقال پیدا میکند و این نیتروژن در بهار سال بعد میتواند نیاز جوانه‌های گل را تأمین کند (Akao et al., ۱۹۷۸; Kato et al., ۱۹۸۱;Legaz et al., ۱۹۹۵). یکی از راه‌های مهم و کلیدی در افزایش عملکرد و کاهش سال‌آوری، افزایش درصد تشکیل میوه (Fruit set) میباشد. نیتروژن نقش مهمی در افزایش کارآیی فتوشیمیایی برگ‌ها، تشکیل میوه در نتیجه افزایش عملکرد دارد. هدف اساسی از محلول‌پاشی اوره تأمین نیتروژن، تولید اسیدهای آمینه مورد نیاز گیاه و افزایش طول عمرتخمك و کیسه‌ی جنینی میباشد. تأمین نیاز جوانه‌های گل مرکبات از نظر نیتروژن در زمان بحرانی که گیاه نیاز بیشتری به این عنصردارد از اهمیت خاصی برخوردار است. یکی از این مراحل، زمان متورم شدن جوانه‌ها میباشد. افزایش غلظت این عنصردرجوانه‌های گل و گل، به‌علت نقش‌های فیزیولوژیکی و متابولیکی این عنصر سبب افزایش عملکرد و بهبود خواص کیفی میوه میشود. درمجموع به‌علت نقش نیتروژن در فرآیند تشکیل میوه، تأمین این عنصر در زمان متورم

شدن جوانه‌ها که جذب این عنصر از خاك به علت دمای پایین خاك و پایین بودن فعالیت ریشه و برگ‌ها محدود است سبب افزایش درصد تشکیل میوه خواهد شد (Chaplin et al., ۱۹۸۰).

به‌طور کلی میتوان گفت مصرف نیتروژن در مراحل کلیدی فنولوژی،موجب کاهش شاخص تناوب باردهی درختان نسبت به شاهد شد به طوری کهاختلاف عملکرد درختان در سال‌های متوالی و شدت تناوب باردهی کاهش یافت. بنابراین مدیریت تغذیه، متناسب با نیاز درختان مرکبات در مراحل کلیدی فنولوژی برای افزایش تشکیل میوه، کاهش تناوب باردهی و بهبود کیفیت میوه در نارنگی انشو توصیه می‌شود.

منابع

اخلاقی امیری، ن. و اسدی کنگرشاهی، ع. ۱۳۸۹. فیزیولوژی تناوب باردهی در مرکبات و راهکارهای کاهش آن در شرق مازندران. ششمین کنگره علوم باغبانی. رشت، ایران.

اخلاقی امیری، ن. و اسدی کنگرشاهی، ع. ۱۳۹۰. تاثیر تیمارهای مختلف تغذیه‌ای در کنترل تناوب باردهی نارنگی انشو (Citrus unshiu). مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۲ (۱): ۶۴-۵۳، دانشگاه شیراز.

اسدی کنگرشاهی، ع. و اخلاقی امیری، ن. ۱۳۹۳. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد اول. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

اسدی کنگرشاهی، ع. و اخلاقی امیری، ن. ۱۳۹۳. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد دوم. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

مهدوی، ج.، اخلاقی امیری، ن.،اسدی کنگرشاهی، ع. و شهابیان، م. ۱۳۹۲. بررسی مراحل فنولوژیکی پرتقال تامسون ناول و نارنگی‌های انشویمیاگاوا وسوجییاما درمناطق کوهپایه، دشت ونوارساحلی شهرستان ساری. هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه بوعلی همدان، همدان، ایران.

Akao, S., Kubota, S. and Hayashida, M. ۱۹۷۸. Utilization of reserve nitrogen, especially autumn nitrogen by Satsuma mandarin trees during the development of spring shoots. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, ۴۷: ۳۱-۳۸.

Albrigo, L.G. ۱۹۹۷. Competition factors influencing fruit set of citrus. Citrus Research and Education Center, University of Florida.

Albrigo, L.G. ۱۹۹۹. Effects of foliar applications of urea or nutriphite on flowering and yields of Valencia orange trees. In: Proceedings of the Florida State Horticultural Society, ۱۱۲: ۱- ۴.

Ali, A.G. and Lovatt, C.J. ۱۹۹۴. Winter application of low biuret urea to the foliage of Washington navel orange increased yield. Journal of the American Society Horticulture Science, ۱۱۹: ۱۱۴۴-۱۱۵۰.

Arias, M., Carbonell, J. and Agusti, M. ۲۰۰۵. Endogenous free polyamines and their role in fruit set of low and high parthenocarpic ability citrus cultivars. Journal of Plant Physiology, ۱۶۲: ۸۴۵-۸۵۳.

Asadi Kangarshahi, A. and Akhlaghi Amiri, N. ۲۰۰۸. Decrease of alternate bearing in Satsuma mandarin (Citrus unshiu) by balance nutrition and urea foliar application. In: ۱۱th International Citrus Congress, Wuhan, China, pp. ۶۴۸.

Chaplin, M. H. and Westwood, M.N. ۱۹۸۰. Relationship of nutritional factors to fruit set. Journal of Plant Nutrition, ۲: ۴۷۷-۵۰۴.

Goldschmidt, E.E. ۲۰۰۵. Regulatory aspects of alternate bearing in fruit trees. Italus Hortus., ۱۲: ۱۱-۱۷.

Guardiola, J.L. ۲۰۰۰. Regulation of flowering and fruit development: endogenous factors and exogenous manipulation. Proc. Intl. Soc. Citricult., ۹: ۳۴۲-۳۴۶.

Haggag, L. F., Maksoad, M. A. and Barkouky, E.Z. El. ۱۹۹۵. Alternate bearing of Ballady mandarin as influenced by nutritional statue of tree. Annals of Agricultural Science, ۴۰: ۷۵۹-۷۶۴.

Kato, F., Kubota, S. and Tsukahava, S. ۱۹۸۱. N absorption and translocation in Satsuma mandarin trees uptake and distribution of nitrogen supplied in summer. Agricultural Experiment Station of Japan, ۳۶: ۱-۶.

Kim, y. and Ko, K. ۱۹۹۴. Effect of pre- and post harvest foliar spray of urea on the flowering and fruit setting in Satsuma mandarin. Journal of the Korean Society for Horticulture Science, ۳۸: ۲۲۷- ۲۳۳.

Legaz, F., Serna, M.D. and Primo, E. ۱۹۹۵. Mobilization of the reserve N in citrus. Plant and Soil, ۱۷۳: ۲۰۵-۲۱۰.

Lovatt, C.J., Zheng, Y. and Hake, K.D. ۱۹۸۸. Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in citrus. Israeli Botanists, ۳۷(۳/۴): ۱۸۱-۱۸۸.

Lovatt, C.J., Sagee, O. and Ali, A.G. ۱۹۹۲. Ammonia and its metabolites influence flowering, fruit set and yield of Washington navel orange. In: Proceedings International Society Citriculture, ۱: ۴۱۲-۴۱۶.
Mazhar, M. S., Anwar, R. and Maqbool, M. ۲۰۰۷. A review of alternate bearing in citrus. In: Proceedings International Symposium on Prospects of Horticultural Industry in Pakistan, ۱۴۳-۱۴۹.
Monselise, S.P. and Goldschmidt, E.E. ۱۹۸۲. Alternate bearing in fruit trees. In: Horticultural reviews, Vol. ۴. AVI Publishing Company, ۱۲۸-۱۷۴.
Rabe, E. ۱۹۹۴. Yield benefits associated with pre- blossom low biuret urea sprays on citrus spp. Journal of Horticultural Science, ۶۹: ۴۹۵- ۵۰۰.
Turktas, M., Inal, B., Okay, S., Gulden, E., Dundar, E., Hernandez, P., Dorado, G. and Unver, T. ۲۰۱۳. Nutrition metabolism plays an important role in the alternate bearing of the olive trees. PLOS ONE, ۸(۳): ۱-۱۵.
Young, Y. and Kwangchool, K. ۱۹۹۷. Effects of pre- and post harvest foliar spray of urea on the flowering and fruit setting Satsuma mandarin. Journal of the Korean Society for Horticultural Science, ۳۸: ۲۲۷- ۲۳۳.

Abstract

To evaluate the effects of nitrogen using on fruit set, yield and alternate bearing of Satsuma mandarin cv. Miyagawa, phonological key stages from bud swelling to fruit harvesting, also, average yield in alternative years was recorded. Then an experiment was conducted by treatments: ۱. control; ۲. before flower bud differentiation; ۳. before flowering; ۴. after fruit set;۵. in second stage of fruit growth;۶. after harvesting of fruit and ۷. before flower bud differentiation + after fruit set + in second stage of fruit growth + after harvesting of fruit. Nitrogen using in phonological key stages, reduced alternate bearing. The lowest index was obtained from the combined treatment (treatment ۷). Therefore, nutrition management, proportional with phonological key stages is a strategy to improve fruit set and yield and reduce alternate bearing of citrus trees.