تأثیر مدیریت مصرف نیتروژن متناسب با مراحل رشد بر عملکرد و تناوب باردهی نارنگی انشو

علی اسدی کنگرشاهی[1]

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران؛ kangarshahi@gmail.com

دریافت: 96/10/24 و پذیرش: 98/8/29

چکیده

یکی از مسائل مورد بحث در باره درختان نارنگی انشو، مشکل تناوب‌باردهی و پایین بودن میانگین عملکرد است. به منظور بررسی و امکان کاهش تناوب‌باردهی و افزایش عملکرد این درختان، آزمایشی با طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار و هر تکرار شامل دو درخت انجام شد. آزمایش به مدت هفت سال (از سال 1387) جمعا با 32 اصله درخت نارنگی انشوی میاگاوا که از نظر سن (حدود 20 سال) و اندازه تقریباً یکسان بودند انجام شد. تیمارهای آزمایشی مدیریت مصرف نیتروژن شامل T_1- شاهد، عرف منطقه که شامل سه تقسیط بود تقسیط اول در اواخر اسفندماه (شروع توسعه برگ‌ها)، تقسیط دوم در اواخر اردیبهشت ماه (تشکیل میوه) و تقسیط سوم یک ماه پس از تقسیط دوم(ریزش تابستانه)؛ T_2- مصرف تابستانی (15 درصد قبل از گلدهی، 30 درصد پس از تشکیل میوه، 20 درصد در زمان ریزش تابستانه و 35 درصد پس از شروع توسعه میوه)؛ T_3- مصرف پاییزی (15 درصد قبل از گلدهی، 30 درصد پس از تشکیل میوه، 30 درصد در زمان ریزش تابستانه و 25 درصد پس از برداشت میوه)؛ T_4- مصرف تابستانی و پاییزی (15 درصد قبل از گلدهی، 30 درصد پس از تشکیل میوه، 20 درصد در زمان ریزش تابستانه،20 درصد پس از شروع توسعه و 15 درصد پس از برداشت میوه) بودند. نتایج تیمارهای مختلف مدیریت مصرف نیتروژن نشان داد که عملکرد میوه در سال‌های اول و دوم آزمایش از بیشترین اختلاف برخوردار بود سپس اختلاف عملکرد به تدریج کاهش یافت. کمترین عملکرد تجمعی از تیمار شاهد (379 کیلوگرم به ازای هر درخت) و بیشترین عملکرد تجمعی از تیمار مصرف تابستانی و پاییزی (446 کیلوگرم به ازای هر درخت) حاصل شد. نتایج تأثیر تیمارهای مختلف بر شاخص تناوب باردهی درختان نشان داد که تیمار شاهد بیشترین شاخص تناوب باردهی (0/40) را داشت و در مقابل، کمترین شاخص تناوب باردهی از تیمار مصرف پاییزی نیتروژن حاصل شد که حدود 0/18 بود. همچنین تأثیر سال بر وزن متوسط میوه‌ها معنی‌دار بود و بیشترین وزن متوسط میوه در سال پنجم آزمایش حاصل شد و در همه تیمارهای مصرف نیتروژن، وزن متوسط میوه بیشتر از تیمار شاهد بود و این اختلاف از نظر آماری در سطح 5 درصد معنی‌دار بود. براساس نتایج این پژوهش، برنامه زمانی مصرف کودهای نیتروژنی برای حداقل تناوب باردهی نارنگی انشو میاگاوا در چهار مرحله، 15 درصد قبل از گلدهی؛ 30 درصد بین تشکیل میوه‌چه‌ها و شروع ریزش تابستانی میوه‌چه‌ها؛ 30 درصد در شروع ریزش تابستانی تا اوایل فاز دوم رشد میوه‌ها و 25 درصد پس از برداشت میوه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: شاخص تناوب باردهی، ریزش تابستانه، مصرف پاییزی نیتروژن

---

[1] نویسنده مسئول، آدرس: بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.

مقدمه

مرکبات، یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور ایران محسوب می‌شود که سطح زیر کشت آن در استان مازندران بالغ بر 120 هزار هکتار و میزان تولید سالیانه آن حدود 2/5 میلیون تن است و میانگین عملکرد مرکبات در استان حدود 19 تن در هکتار است. سطح زیر کشت نارنگی انشو در استان مازندران حدود 25 هزار هکتار است و میانگین عملکرد آن حدود 23 تا 24 تن در هکتار است. یکی از علل مهم پایین بودن میانگین عملکرد، تناوب باردهی در برخی از ارقام مرکبات است (اسدی کنگرشاهی و همکاران، 1390). در صنعت مرکبات یکی از معمول‌ترین مشکلات، تناوب‌باردهی است به طوری که در همه مناطق جهان، مشکل تناوب‌باردهی در بیشتر ارقام تجاری مرکبات مانند نارنگی‌ها، پرتقال‌ها، گریپ‌فروت‌ها و لیموها وجود دارد. این تناوب‌باردهی موجب نوسان زیادی در تولید مرکبات در سال‌های متوالی شده است به‌طوری‌که می‌تواند تجارت و اقتصاد کشورهای تولید کننده را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین درک مشکل تناوب‌باردهی، شناخت دلایل و عملیات مدیریتی مناسب می‌تواند در حل این مشکل بسیار مفید باشد (ارزانی و اخلاقی امیری، 1379، اسدی و همکاران، 1390).

تناوب‌باردهی درختان میوه به صورت محصول سنگین در سال آور و به دنبال آن یک محصول سبک در سال نیاور تعریف می‌شود. تناوب‌باردهی در بیشتر درختان میوه خزان‌دار و همیشه سبز مانند مرکبات رخ می‌دهد (مانسلیس و گلدشمیت، 1982). مشکل اصلی تناوب‌باردهی در مرکبات، عملکرد نامنظم است که درختان تعداد زیادی میوه ریز در یک سال و مقدار کمی میوه درشت در سال بعد تولید می‌کنند (مانسلیس و همکاران، 1981)، در نتیجه در هر دو سال متوالی (سال آور و نیاور) درآمد خالص باغداران به‌طور نسبی کاهش می‌یابد. به‌طورکلی، تناوب‌باردهی یک فرایند حفظ و پایداری است که بقای درختان میوه بارده را در شرایط و رویشگاه‌های طبیعی (حیات وحش) امکان‌پذیر می‌کند (گلدشمیت، 2005). در مقابل، باردهی منظم به احتمال زیاد، نتیجه اصلاح و مدیریت بهینه زراعی درختان میوه و مدیریت برخی تنش‌های زنده و غیر زنده مانند خشکی و آفات است. تناوب‌باردهی می‌تواند به‌طور کامل در یک منطقه، در چند باغ یا یک باغ، در یک درخت یا حتی بین شاخه‌های یک درخت رخ دهد (مانسلیس و گلدشمیت، 1982). بیشتر ارقام نارنگی انشو و هیبریدهای آن مستعد تناوب‌باردهی هستند(مانسلیس و همکاران، 1981)، شدت تناوب‌باردهی در برخی ارقام مرکبات به اندازه‌ای است که امکان دارد این درختان در سال آور دچار زوال شده و یا حتی از بین بروند. این زوال همراه با تخلیه کامل کربوهیدرات‌های ذخیره در درختان می‌باشد (سریواستاوا و سینگ، 2009). از نقطه نظر مدیریت باغ، در حال حاضر پیش‌گویی این‌که آیا یک محصول سبک یا سنگین موجب سال‌آور یا نیاور در فصل آتی شود تقریبا غیر ممکن است. تاکنون، بهترین شاخص برای پیش‌گویی تناوب‌باردهی مشخص نشده است و به احتمال زیاد شاخص پیش‌گویی برای هر رقم، خاص آن رقم می‌باشد. به‌طور کلی، عملیات مدیریت کوددهی و تغذیه، هرس، تنک میوه و زمان برداشت در کاهش تناوب‌باردهی مؤثر هستند. نتایج گزارش‌های مختلف نشان می‌دهد که مدیریت مصرف نیتروژن در طی فصل رشد، به ویژه مصرف خاکی آن در اواخر فصل رشد موجب افزایش نیتروژن ذخیره در سرشاخه‌ها، برگ‌ها و ریشه‌های فیبری می‌شود و این افزایش نیتروژن ذخیره موجب افزایش گلدهی و تشکیل میوه در سال بعد خواهد شد (سریواستاوا و سینگ، 2003؛ کاکس و همکاران، 2001؛ تاجیبانا و یاهاتا، 1996).

نیتروژن در رشد رویشی، بهبود تشکیل گل و میوه درختان در اوایل فصل نقش اساسی دارد بنابراین مقدار و برنامه‌ریزی کوددهی نیتروژن درختان میوه برای باغدار از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. شناخت بهتر نیتروژن و چرخش داخلی آن همراه با راندمان بیشتر مصرف کوددهای نیتروژنی، ممکن است به طور واقعی منجربه افزایش راندمان مصرف، راندمان فیزیولوژیکی و راندمان عملکرد و همچنین کاهش مصرف بی‌رویه کودها در باغ‌ها شوند. سود حاصل از این کاهش مصرف نه فقط ناشی از کاهش هزینه‌های تولید و بهبود درک عمومی کشاورزان مدرن است بلکه ناشی از افزایش تشکیل میوه، افزایش عملکرد و بهبود کیفیت بهتر میوه‌های تولیدی است که می‌تواند به باغدار برگردد.. به طور کلی نیتروژن ذخیره دوام و زنده مانی تخمدان‌ها را افزایش می‌دهد بنابراین میتواند تأثیر زیادی در گل‌دهی، توسعه گل‌ها و تشکیل میوه داشته باشد (ماژار و همکاران، 2007؛ گلدشمیت، 2005 و لوات و همکاران، 1992).

ارقام با باردهی منظم که گاه‌گاهی موازنه خود را با مسایل محیطی و خارجی از دست می‌دهند به‌سرعت توازن خود را به‌دست می‌آورند اما ارقام با باردهی نامنظم عادت به ناپایداری بیشتری دارند و وقتی موازنه خود را از دست می‌دهند برای سال‌های زیادی تا وقتی که شرایط محیطی جدید، رفتارشان را تصحیح کند به تناوب‌باردهی ادامه می‌دهند. تشخیص دقیق عوامل داخلی مؤثر و نقش

آنها در تناوب باردهی بسیار مشکل است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393؛ گلدشمیت، 2005؛ مانسلیس و گلدشمیت، 1982). نتایج پژوهش‌های اسدی کنگرشاهی و همکاران (1390) مصرف پس از برداشت نیتروژن؛ هرس بهاره؛ محلول‌پاشی زمستانه اوره؛ محلول‌پاشی تابستانه اوره؛ محلول‌پاشی اوره همراه با مصرف پاییزه نیتروژن و هرس بهاره را مورد مطالعه قرار دادند نتایج نشان داد که محلول‌پاشی اوره همراه با مصرف پس از برداشت نیتروژن و هرس بهاره می‌تواند در کاهش تناوب باردهی مؤثر باشد. همچنین نتایج پژوهش‌های انجام شده در شمال کشور نشان داده است که محلول-پاشی نیتروژن قبل و پس از برداشت در افزایش تشکیل میوه و تعدیل تناوب باردهی مؤثر بود (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1386). نتایج مطالعات اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری (1395) نشان داد دانش نیاز و توزیع نیتروژن در درختان مرکبات، مهمترین راهکار برای مدیریت مصرف نیتروژن و پایداری تولید در باغ‌های مرکبات است. درختان مرکبات در زمان گل‌دهی بیشترین نیاز به نیتروژن دارند در حالی که راندمان مصرف خاکی نیتروژن در این زمان، حداقل است بنابراین نیتروژن ذخیره شده در برخی اندام‌ها است که نیاز نیتروژن جوانه‌های گل و تشکیل میوه را تأمین می‌کند. اما به تدریج با افزایش فعالیت درختان و رشد فلش‌های بهاره، راندمان مصرف نیتروژن افزایش می‌یابد و در زمان توسعه فلش‌های تابستانه به حداکثر و سپس به تدریج مجدداً شروع به کاهش می‌کند. در فاز اول رشد میوه‌ها، که به تدریج راندمان مصرف افزایش می‌یابد مدیریت مصرف نیتروژن باید به گونه‌ای باشد که بین رشد فلش‌های بهاره و رشد میوه‌چه‌ها تعادل برقرار باشد و مصرف زیاد نیتروژن معمولا موجب تشدید رشد فلش‌های بهاره و افزایش ریزش میوه‌چه‌ها خواهد شد. بنابراین توصیه می‌شود مصرف نیتروژن در باغ‌های مرکبات با حداقل مقدار در آغاز رشد فلش‌های بهاره شروع و به تدریج با توسعه میوه‌ها و سرشاخه‌های سال جاری افزایش یابد. به طوری که در اوایل فاز دوم رشد میوه به حداکثر مقدار برسد و سپس به تدریج کاهش و در زمان بلوغ میوه متوقف شود. پس از برداشت میوه، مجدداً مصرف نیتروژن جهت تکمیل فلش‌های پاییزه، افزایش نیتروژن ذخیره بافت‌های مختلف، کاهش تناوب باردهی و بهبود توانایی درختان در مقابل تنش‌های مختلف توصیه می‌شود (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393 و 1395).

به‌طورکلی، برای تناوب‌باردهی درختان میوه سه دلیل عمده ذکر شده که شامل محدودیت محل‌های گل‌دهی، وضعیت تغذیه‌ای درختان و تعادل هورمون‌های داخلی است. محدودیت محل‌های گل‌دهی به احتمال زیاد به رقابت بین اندام‌های رویشی و زایشی و تأثیر آنها بر تناوب‌باردهی مربوط است. وضعیت تغذیه‌ای و ذخیره عناصر غذایی درختان در طول سال نیاور، در رشد رویشی و زایشی سال بعد بسیاری از گونه‌ها مؤثر است و تعادل هورمون‌های داخلی نیز از عوامل کلیدی در تناوب‌باردهی می‌باشد (گلدشمیت، 2005). شناخت این محدودیت‌ها می‌تواند در بکارگیری روش‌های زراعی کاهش تناوب‌باردهی بسیار مؤثر باشد.

یکی دیگر از راه‌های مهم و کلیدی در افزایش عملکرد و کاهش تناوب‌باردهی، افزایش درصد تشکیل میوه است. نیتروژن نقش مهمی در افزایش کارآیی فتوشیمیایی برگ‌ها، تشکیل میوه در نتیجه افزایش عملکرد دارد. نیتروژن همچنین در تولید اسیدهای آمینه مورد نیاز گیاه، افزایش طول عمر تخمک و کیسه جنینی نقش دارد. تحقیقات متعدد در مورد مرکبات نشان داده است که مرکبات در زمان گل‌دهی بیشترین نیاز را به نیتروژن را دارند و بیش از 90 درصد این نیتروژن، از نیتروژن ذخیره شده در اندام‌های درخت (عمدتا ریشه‌های فیبری و شاخه‌های جوان) تأمین می‌شود، از طرفی دیگر به علت اختلاف فاز رشدی که بین رشد ریشه‌ها و فلش‌های اندام هوایی درختان وجود دارد در زمان شروع رشد فلش‌های بهاره و گل‌دهی، فعالیت ریشه بسیار پایین است و حداقل جذب از خاک صورت می‌گیرد و راندمان مصرف نیتروژن در این زمان، کمتر از 20 درصد خواهد بود همچنین در این زمان، برگ‌های قدیمی مرکبات نیز به عنوان یک سینک (sink) قوی عمل کرده و بیشتر از 70 درصد نیتروژن جذب شده از محلول خاک به مصرف برگ‌های قدیمی می‌رسد. از طرفی دیگر مدیریت مصرف نیتروژن در طول فصل رشد، می‌تواند موجب افزایش نیتروژن ذخیره درختان شود و این نیتروژن در بهار سال بعد می‌تواند نیاز جوانه‌های گل را تامین کند و تشکیل میوه را افزایش دهد (آکاو و همکاران، 1978؛ کاتو و همکاران، 1981 و لیگاز و همکاران، 1995).

در سال‌های اخیر، کشت نارنگی انشوی میاگاوا در شمال ایران به سرعت در حال گسترش است. این نارنگی دارای ارزش اقتصادی بیشتری از پرتقال‌های ناول است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393). از ویژگی‌های بارز این نارنگی، پیش‌رسی، قند بالا، اسید مناسب و سهولت پوست شدن آن می‌باشد و این رقم، بخش مهمی از صنعت مرکبات شرق مازندران شده است. اما تناوب‌باردهی و میانگین عملکرد پایین از مشکلات این

رقم می‌باشند. تناوب‌باردهی بر میانگین عملکرد، اندازه و کیفیت میوه و در نهایت سود خالص تولیدکنندگان تأثیر زیادی دارد. لذا به منظور کاهش تناوب باردهی، افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه، مدیریت مصرف نیتروژن متناسب با فنولوژی رشد رویشی و زایشی این درختان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

طی مطالعات اولیه یک قطعه باغ نارنگی انشوی میاگاوا در حومه شهرستان ساری انتخاب شد به‌طوری‌که درختان این باغ از نظر سن(حدود 20 سال)، اندازه و همچنین از لحاظ مدیریتی تقریباً مشابه بودند. قبل از اجرای آزمایش نمونه‌های خاک از عمق 30- 0 و 60 – 31 سانتی‌متری از سایه انداز درختان تهیه و پس از انتقال و آماده سازی نمونه‌ها (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393)، برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها مطابق روش‌های معمول در موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شدند (احیایی،1377). همچنین نمونه‌های برگ در مردادماه از درختان مورد نظر تهیه (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی‌امیری، 1393) و میزان عناصر غذایی آن‌ها از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی، مس و بور اندازه‌گیری شدند (امامی، 1375). آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به مدت هفت سال با 32 اصله درخت در چهار تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی مدیریت مصرف نیتروژن شامل T_1- شاهد، عرف منطقه که شامل سه تقسیط بود تقسیط اول، 40 درصد در اواخر اسفندماه (شروع توسعه برگ‌ها)، تقسیط دوم، 30 درصد در اواخر اردیبهشت ماه (تشکیل میوه) و تقسیط سوم، 30 درصد یک ماه پس از تقسیط دوم(ریزش تابستانه)؛ T_2- مصرف تابستانی (15 درصد قبل از گلدهی، 30 درصد پس از تشکیل میوه، 20 درصد در زمان ریزش تابستانه و 35 درصد پس از شروع توسعه میوه)؛ T_3- مصرف پاییزی (15 درصد قبل از گلدهی، 30 درصد پس از تشکیل میوه، 30 درصد در زمان ریزش تابستانه و 25 درصد پس از برداشت میوه)؛ T_4- مصرف تابستانی و پاییزی (15 درصد قبل از گلدهی، 30 درصد پس از تشکیل میوه، 20 درصد در زمان ریزش تابستانه،20 درصد پس از شروع توسعه و 15 درصد پس از برداشت میوه) بودند.

نیتروژن به‌صورت سولفات آمونیم و اوره، پتاسیم به شکل سولفات پتاسیم و منیزیم به شکل سولفات منیزیم و کود فسفری از منبع اسید فسفریک تامین شد. مصرف نیتروژن قبل از گل‌دهی به علت آماده نبودن سیستم آبیاری قطره‌ای به صورت خاکی و در یک تقسیط انجام شد (در مناطق شمالی، سیستم آبیاری باغ‌ها از اواسط تا اواخر اردیبهشت ماه آماده می‌شود) و سایر تقسیط‌های اصلی نیتروژن و همچنین مصرف پتاسیم، منیزیم و فسفر به شکل کودآبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای (هر تقسیط اصلی شامل دو تا سه تقسیط فرعی بود) مصرف شد.

مقدار مصرف کودهای شیمیایی در سال اول آزمایش (سال آور) در کلیه تیمارها با توجه به مقدار عناصر غذایی در خاک و برگ و همچنین عملکرد درختان (45 تن در هکتار) انجام شد به طوری که 160 کیلوگرم نیتروژن، 100 کیلوگرم پتاسیم (K_2O)، 60 کیلوگرم فسفر (P_2O_5)، 50 کیلوگرم سولفات منیزیم در هکتار مصرف شد، در سال دوم آزمایش (سال نیاور) با توجه به مقدار عناصر غذایی در خاک و برگ و همچنین عملکرد درختان (20 تن در هکتار) انجام شد و سال های بعدی آزمایش بر اساس سال آور یا نیاور بودن و پیش بینی 15 تا 20 درصد افزایش عملکرد در سال نیاور انجام شد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393). میزان مصرف نیتروژن با توجه به آزمون خاک، برگ و عملکرد درختان برای تمام تیمارها یکسان بود اما در تیمار مدیریت مصرف نیتروژن، زمان مصرف آن متناسب با تیمارها تغییر کرد و در طول فصل رشد عملیات زراعی مانند سم پاشی، آبیاری (قطره‌ای به صورت دو نوار در دو طرف ردیف های درختان)، دفع علف‌های هرز و غیره به‌طور یکسان اعمال شد. درپایان فصل رشد میزان عملکرد تعیین و تعداد 25 عدد میوه به طور تصادفی از هر تیمار نمونه‌برداری و برخی خصوصیات کیفی(وزن و قطر میوه) آنها اندازه‌گیری شد و به طور کلی عملکرد درختان، قطر میوه، وزن میوه و شاخص تناوب‌باردهی به عنوان پاسخ‌های گیاهی در نظر گرفته شد.

برای تعیین شاخص تناوب‌باردهی، ابتدا نسبت تفاضل عملکرد در سال‌های متوالی به مجموع عملکرد همان دو سال محاسبه گردید و سپس از مجموع آن‌ها میانگین (معادله 1) گرفته شد (اسدی کنگرشاهی و همکاران،1390). روش محاسبه شاخص تناوب باردهی به بیان ریاضی به صورت زیر است:

معادله 1:

$$I = \frac{1}{n-1}\left(\frac{a_2 - a_1}{a_2 + a_1} + \frac{a_3 - a_2}{a_3 + a_2} + \frac{a_4 - a_3}{a_4 + a_3} + \dots + \frac{a_n - a_{n-1}}{a_n + a_{n-1}}\right)$$

I: شاخص تناوب باردهی

$a_1 \dots\dots a_n$: عملکرد در سال‌های متوالی

n: تعداد سال‌های آزمایش.

در پایان، کلیه داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SPSS و آزمون F مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه خاک و برگ درختان قبل از اجرای آزمایش به ترتیب در جدول‌های یک و دو آورده شده است. همچنین تقویم زمانی برخی از مراحل کلیدی فنولوژی نارنگی انشوی میاگاوا در منطقه آزمایشی و نتایج تجزیه واریانس داده‌ها به ترتیب در جدول‌های سه و چهار نشان داده شده است

جدول 1- نتایج تجزیه خاک قبل از اجرای آزمایش

عمق (cm)	EC (dS/m)	pH	CEC (cmole/kg)	T.N.V (%)	O.M (%)	P	K	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
						میلی گرم در کیلوگرم در خاک						
0-30	0/97	7/7	23/5	25	1/98	21	447	545	4/6	1/5	3/7	1/01
31-60	1/24	7/9	25	28	1/30	12	248	489	5/2	1/4	3/6	0/98

بافت خاک: لوم رسی

جدول 2- نتایج تجزیه برگ قبل از اجرای آزمایش

غلظت در برگ	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu	B
	درصد بر اساس وزن خشک برگ				میکروگرم در گرم وزن خشک برگ					
نمونه	2/10	0/16	0/94	0/27	4/30	195	18/20	22/12	15/30	54

جدول 3- مراحل فنولوژی رشد نارنگی انشو میاگاوا در شرق مازندران (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1395)

توسعه میوه	فنولوژی رشد	نارنگی انشو میاگاوا
-	فلش بهاره	20- 10 فروردین
	قبل از گلدهی	10 - 5 اردیبهشت
	شروع تشکیل میوه	25- 15 اردیبهشت
فاز اول	شروع ریزش تابستانه	20- 15 خرداد
	پایان ریزش تابستانه	30- 25 خرداد
	شروع انبساط سلولی	30- 25 خرداد
	شروع فلش پاییزه	15- 10 شهریور
فاز دوم	شروع تغییر رنگ میوه	20- 15 شهریور
	بلوغ میوه	30- 25 شهریور
فاز سوم	رسیدن میوه	30- 1 مهر
-	پایان فلش پاییزه	20 - 10 آبان

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس مرکب مدیریت مصرف نیتروژن بر شاخص تناوب باردهی و برخی صفات میوه نارنگی انشوی میاگاوا

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص تناوب	وزن میوه	قطر میوه	عملکرد میوه
تیمار	3	0/342 **	1259 *	548 *	4787 **
سال	6	0/154 ns	12869 *	1687 *	15782 **
سال× تیمار	18	0/091 ns	2367 *	69 *	967 **
ضریب تغییرات	-	14/54	11/38	8/59	27/14

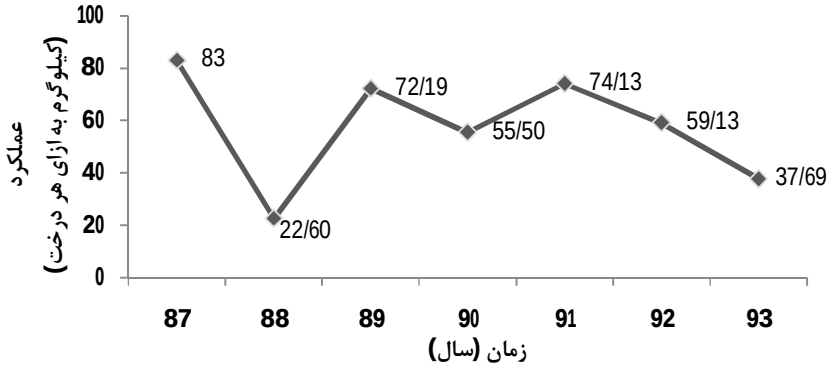
ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

نتایج روند تغییرات میانگین عملکرد درختان در تیمارهای مختلف (شکل 2) در سال‌های مختلف نشان داد که، عملکرد در سال‌های اول و دوم آزمایش (اولین تناوب سال آور و نیاور) از بیشترین اختلاف برخوردار بود اما در تناوب‌های بعدی، اختلاف عملکرد سال‌های آور و نیاور به تدریج کاهش یافت. از طرفی در پایان سال 92 به‌علت خسارت سرما و یخبندان منطقه، روند تناوب باردهی تغییر کرد و عملکرد در سال 93 که انتظار می‌رفت سال پر محصولی باشد روند نزولی داشت و کمتر از سال 92 بود (شکل1). همچنین تأثیر تیمارهای مختلف مدیریت مصرف نیتروژن بر عملکرد میوه نشان داد که بیشترین عملکرد به ازای هر درخت در سال اول تا هفتم (از 1387 تا 1393) به ترتیب از تیمارهای T_2 (87/25 کیلوگرم)، T_3(31/25 کیلوگرم)، T_4(83/75 کیلوگرم)، T_4(65/25 کیلوگرم)، T_1(88/50 کیلوگرم)، T_4 (72/25 کیلوگرم) و T_4 (40/25 کیلوگرم) حاصل شد. در مقابل، کمترین عملکرد از تیمارهای T_3(79/85 کیلوگرم)، T_2(15/75 کیلوگرم)، T_3(56/25 کیلوگرم)، T_1(40/50 کیلوگرم)، T_2(57 کیلوگرم)، T_1(29/75 کیلوگرم) و T_1(33/50 کیلوگرم) به‌دست آمد (شکل2). کمترین عملکرد تجمعی از تیمار T_1 (شاهد) و بیشترین عملکرد تجمعی از تیمار T_4 حاصل شد و بین تیمارهای T_2 و T_3 اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل3). در اوایل آذر سال 1392، یک تنش سرما و یخبندان در مناطق شمالی کشور رخ داد نتایج گزارش‌ها و بررسی‌های میدانی اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری (1395) نشان داد که شدت خسارت در درختان با عملکرد بیشتر، زیادتر بود. گزارش‌های تدین (1386) نشان داد که مدیریت زمانی و مقدار مصرف نیتروژن موجب تعدیل چرخه تناوب باردهی در درختان نارنگی کینو شد.

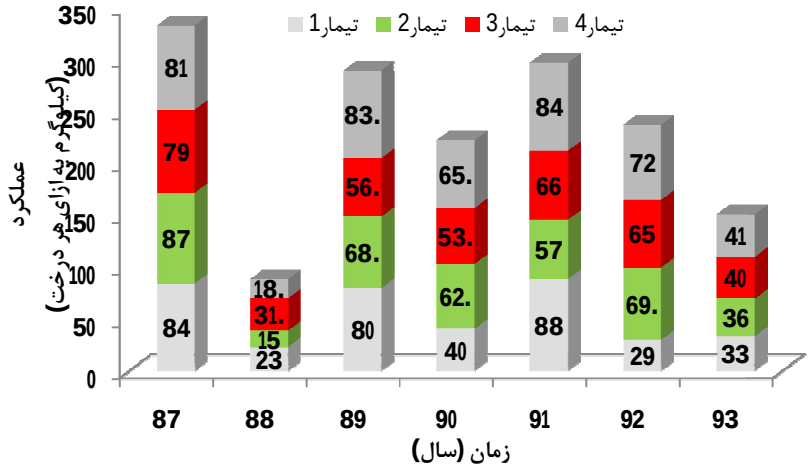
همچنین گزارش‌های اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی (1389) نشان داد که مصرف کودهای شیمیایی براساس نتایج تجزیه خاک و برگ از جمله مصرف بهینه نیتروژن موجب تعدیل چرخه تناوب باردهی در درختان نارنگی انشوی وازه شد. همچنین نتایج این پژوهش با گزارش‌های اسدی و همکاران (1390) همخوانی دارد که نشان دادند مصرف پاییزی نیتروژن موجب تعدیل چرخه تناوب باردهی شد و شاخص تناوب باردهی را حدود ده درصد نسبت به شاهد کاهش داد. گزارش‌های اوکادا (2004)، روزکرانس و همکاران (1998) و مانسلیس و همکاران (1981) نیز نشان داد که مصرف پس از برداشت برخی کودهای شیمیایی از جمله نیتروژن موجب افزایش غلظت نیتروژن ذخیره در بافت‌های درختان می‌شود و غلظت عناصر غذایی ذخیره یک عامل موثر در افزایش پتانسیل باردهی درختان است که میزان گلدهی را در بهار سال بعد افزایش می‌دهد. شناخت نیاز و توزیع نیتروژن در درختان مرکبات، مهمترین راهکار برای مدیریت مصرف نیتروژن و پایداری تولید در باغ‌های مرکبات است. درختان مرکبات در زمان گل‌دهی بیشترین نیاز به نیتروژن دارند در حالی که راندمان مصرف خاکی نیتروژن در این زمان، حداقل است (چاپلین و همکاران، 1980؛ ترکتاز و همکاران، 2013). نتایج این تحقیق نیز نشان داد که مصرف زیاد نیتروژن در اوایل فصل (تیمار شاهد) از کمترین عملکرد تجمعی و بیشترین شاخص تناوب باردهی برخوردار بود. نتایج پژوهش‌های متعدد نشان داده است که نیتروژن ذخیره شده در برخی اندام‌ها است که نیاز نیتروژن جوانه‌های گل و تشکیل میوه را در اوایل فصل تأمین می‌کند و این ذخیره نیتروژن را با کودهی پاییزه می‌توان افزایش داد زمانی که رشد فلش‌های اندام هوایی متوقف شده یا به حداقل رسیده باشد ولی ریشه‌ها هنوز رشد و فعالیت‌شان متوقف نشده باشد (اوگاتا، 1997؛ اورتولا و همکاران، 1991).

پس از گلدهی با افزایش تدریجی فعالیت و رشد ریشه درختان و همچنین افزایش رشد فلش‌های بهاره، راندمان جذب نیتروژن از ریشه نیز افزایش می‌یابد و این راندمان در زمان توسعه فلش‌های تابستانی به حداکثر و سپس با شروع پاییز و کامل شدن رشد فلش‌های پاییزی، به تدریج کاهش یافته و همچنین روند انتقال آن از ریشه به اندام هوایی کاهش می‌یابد (کاتو و همکاران، 1981؛ لیگاز و همکاران، 1995؛ آریاس و همکاران، 2005). نتایج مدیریت مصرف نیتروژن در این تحقیق نشان داد که در تیمارهای T_1- شاهد؛ T_2- مصرف تابستانه؛ T_3- مصرف پاییزه؛ T_4- مصرف تابستانه و پاییزه، اگرچه مقدار کل مصرف نیتروژن یکسان بود اما عملکرد تجمعی آنها بسیار متفاوت بود و عملکرد تیمارهای مصرف تابستانی و پاییزی، مصرف تابستانی و مصرف پاییزی با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند و بیشترین عملکرد تجمعی از تیمار مصرف تابستانی و پاییزی (T_4) حاصل شد. مدیریت مصرف نیتروژن درختان بارده باید هم رشد رویشی و هم رشد میوه‌های سال جاری را تأمین کند. رشد رویشی در بهار برای درختان بارده، اهمیت زیادی دارد زیرا موجب تشکیل چوب‌های میوه‌ده برای سال بعد می‌شود (لوات و همکاران، 1988 و 1992؛ لیگاز و همکاران، 1995؛ گلداشمیت، 2005؛ ترکتاز و همکاران، 2013).

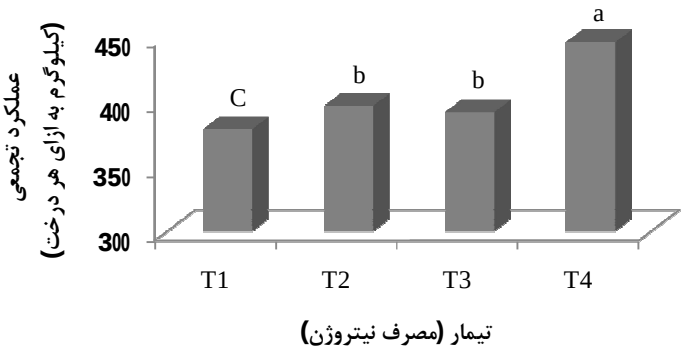
نتایج تأثیر تیمارهای مختلف مدیریت مصرف نیتروژن در شاخص تناوب‌باردهی درختان (شکل 4) نشان داد که تیمار شاهد (T_1) بیشترین شاخص تناوب باردهی (0/40) را داشت و در مقابل، کمترین شاخص تناوب باردهی از تیمار T_3 حاصل شد که حدود 0/18 بود اما بین تیمارهای T_2 و T_4 از نظر شاخص تناوب باردهی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و تقریباً حدود 0/30 بود. تأثیر سال بر وزن متوسط میوه‌ها معنی‌دار بود و بیشترین وزن متوسط میوه در سال 91 حاصل شد و در همه تیمارهای مصرف نیتروژن، وزن متوسط میوه بیشتر از تیمار شاهد بود و این اختلاف از نظر آماری در سطح 5 درصد معنی‌دار بود (شکل‌های 5 تا 7). بیشترین قطر متوسط میوه، در سال 90 حاصل شدکه از تیمار T_4 به دست آمد (شکل‌های 8 تا 10). پژوهش‌های متعدد نشان داده است که با افزایش روند توسعه فاز اول رشد میوه‌ها، راندمان مصرف نیتروژن نیز به تدریج افزایش می‌یابد مدیریت مصرف نیتروژن باید به گونه‌ای باشد که بین رشد فلش‌های بهاره و رشد میوه‌چه‌ها تعادل برقرار باشد و مصرف زیاد نیتروژن معمولاً موجب تشدید رشد فلش‌های بهاره و افزایش ریزش میوه‌چه‌ها خواهد شد (اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، 1390؛ اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393؛ لوات و همکاران، 1992؛ موژار و همکاران، 2007) که با نتایج تیمار شاهد (T_1) در این تحقیق به ویژه در سال‌های کم محصول مطابقت دارد به طوری که مصرف زیاد نیتروژن در اوایل فصل موجب تشدید ریزش میوچه‌ها، کاهش عملکرد و همچنین تشدید تناوب باردهی شد اما با مدیریت مصرف نیتروژن و تقسیط آن در تابستان و پاییز، تیمارهای T_2، T_3 و T_4 تناوب باردهی نسبت به شاهد کاهش یافت، به طوری که کمترین شاخص تناوب باردهی از مصرف پاییزی نیتروژن (T_3) حاصل شد و این نیتروژن پاییزی بیشتر در اندام‌های ذخیره‌ای تجمع می‌یابد و در تأمین نیاز جوانه‌های گل و میوچه‌های سال بعد بسیار مؤثر است



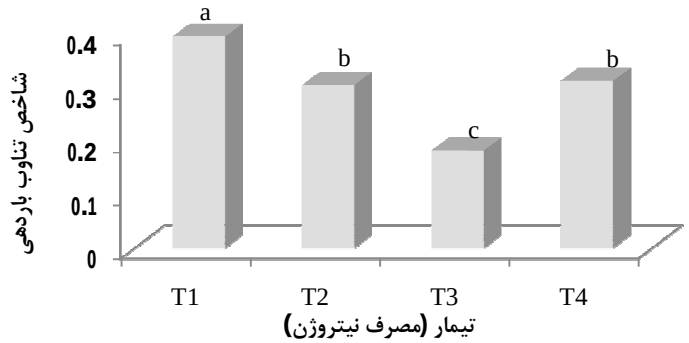
شکل 1- تأثیر سال در عملکرد درختان (آزمایش مصرف نیتروژن)



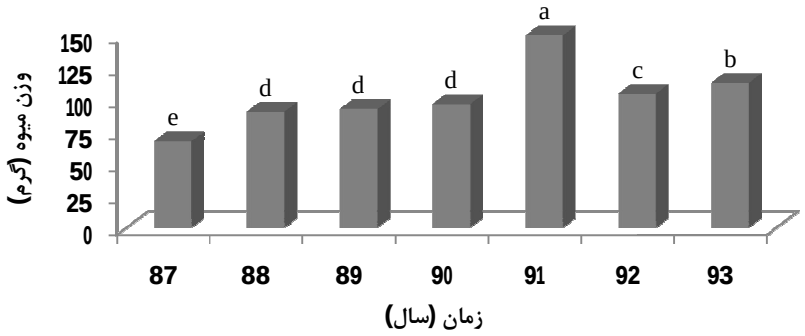
شکل 2- تأثیر تیمارهای مختلف نیتروژن بر عملکرد درختان در سال‌های متوالی



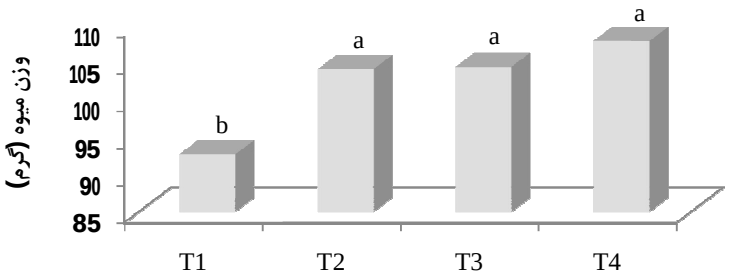
شکل 3- عملکرد تجمعی درختان در تیمارهای مختلف نیتروژن



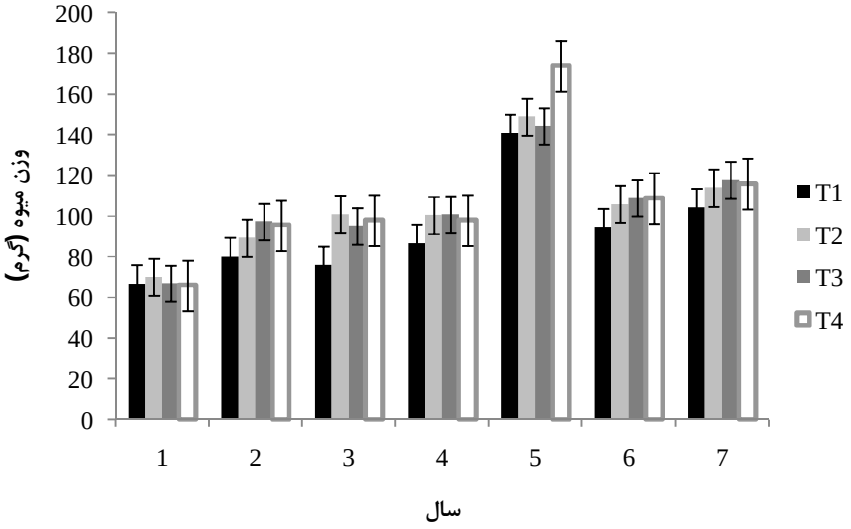
شکل 4- تأثیر تیمارهای مختلف مصرف نیتروژن بر شاخص تناوب باردهی نارنگی انشو



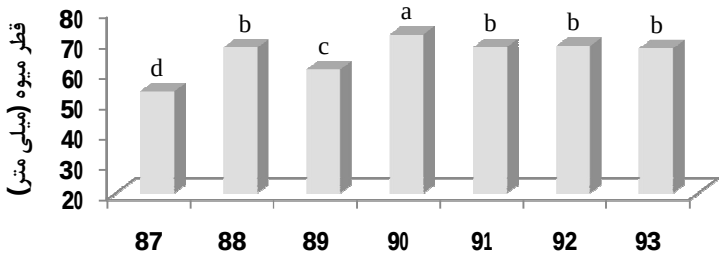
شکل 5- میانگین وزن میوه در سال‌های متوالی



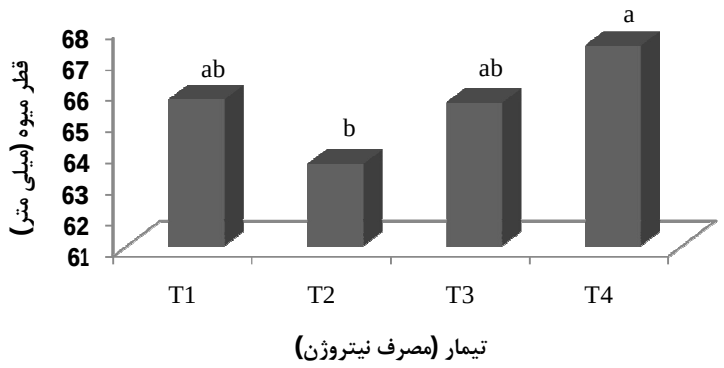
شکل 6- تأثیر تیمارهای مختلف نیتروژن بر میانگین وزن میوه



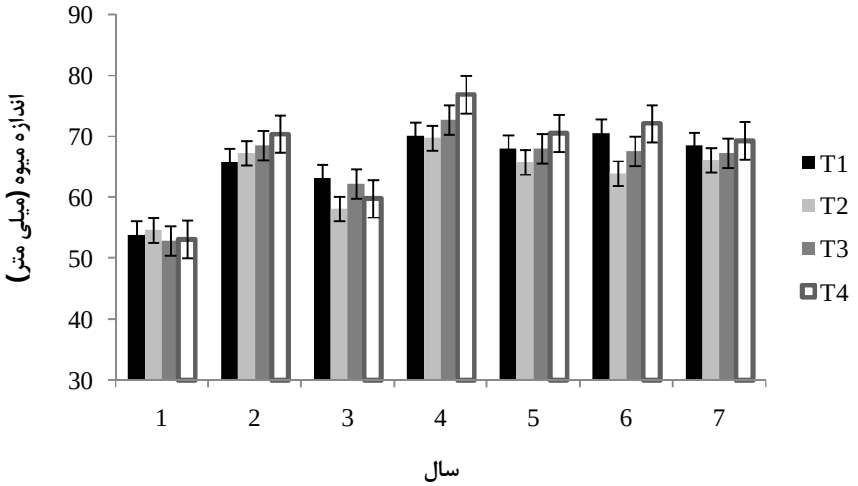
شکل 7- تأثیر متقابل سال و تیمارهای مختلف نیتروژن بر وزن میوه



شکل 8- میانگین قطر میوه در در سال‌های متوالی



شکل 9- تأثیر تیمارهای مختلف نیتروژن بر قطر میوه



شکل 10- تأثیر سال و تیمارهای مختلف نیتروژن بر قطرمیوه

به طور کلی در درختان میوه از جمله مرکبات از نظر زمانی، اختلاف فازی بین شروع رشد فلش‌های اندام هوایی و شروع رشد ریشه (از 20 تا 30 روز) وجود دارد. از طرف دیگر، کودهای نیتروژنی (حتی کودهای آمونیمی)، پایداری کمی در خاک دارند و به طور میانگین حدود 20 تا 30 روز پایدار هستند. همچنین راندمان مصرف کودهای نیتروژنی در اسفند ماه (کود پایه) برای درختان مرکبات، حدود 15 تا 20 درصد است و از طرفی برگ‌های قدیمی درختان مرکبات در این دوره زمانی، دارای سینک (sink) بسیار قویی هستند و بخش عمده‌ی این مقدار کم نیتروژن جذب شده نیز به مصرف برگ‌های قدیمی می‌رسد. از این‌رو، مصرف کودهای نیتروژنی قبل از گل‌دهی در اواخر اسفندماه یا اوایل فروردین ماه (به اصطلاح کود پایه) نقش چندانی در کیفیت گل‌ها و بهبود تشکیل میوه ندارند و کیفیت گل‌ها و تشکیل میوه بیشتر تحت تأثیر نیتروژن ذخیره (تغذیه درازمدت درختان به ویژه تغذیه سال قبل) درختان است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393؛ اسدی کنگرشاهی و همکاران 1390 و کاتو و همکاران، 1981).

نتایج پژوهش‌های متعدد نشان داده است که کمبود نیتروژن در درختان مرکبات موجب افزایش قابلیت استفاده هگزوزفسفات، برخی از آنزیمهای مؤثر در سنتز نشاسته مانند ADP – گلوکزپیروفسفوریلاز و تجمع دانه های نشاسته میشود. تجمع زیاد دانه های بزرگ نشاسته در ساختمان کلروپلاست اختلال ایجاد کرده و میزان کلروفیل و فتوسنتز را کاهش میدهد (بوندادا و سیورتسن، 2003؛ گروت و همکاران، 2003). نتایج پژوهش‌های تدین و همکاران (1394) نشان داد که مدیریت مصرف نیتروژن، نقش تعیین کننده‌ای در کاهش تناوب باردهی مرکبات دارد. نتایج تیمارهای مدیریت مصرف نیتروژن و زمان برداشت بر تناوب باردهی نارنگی سیاهو نشان داد که بکارگیری تیمارها به تدریج نوسان عملکرد و تناوب باردهی را کاهش داد و محلول‌پاشی نیتروژن در آبان ماه بیشترین تأثیر در کاهش تناوب باردهی داشت. به طور کلی نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های دیگر همخوانی دارد که گزارش کردند مصرف نیتروژن در اواخر فصل رشد (پس از برداشت) بیشترین تأثیر در تعدیل تناوب باردهی، ذخیره نیتروژن، تأمین نیاز نیتروژنی جوانه‌های گل، فلش‌های رشد و میوه‌چه‌های جوان در سال بعدی دارد به طوری که بخش عمده‌ای از این نیتروژن در شاخه‌های جوان، جوانه‌ها و ریشه‌های فیبری ذخیره شده و در بهار سال یعد، نیاز فلش های اوایل فصل، جوانه های گل و رشد اولیه میوه‌چه‌ها را تأمین می‌کند (حسینی و رضازاده، 1394؛ اخلاقی امیری و اسدی کنگرشاهی، 1390؛ اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393؛ لوات و همکاران، 1992؛ موژار و همکاران، 2007).

نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف بخش عمده نیتروژن در اوایل فصل (قبل از شروع توسعه برگ-ها)، تناوب باردهی را تشدید می کند. این نتایج با پژوهش‌های مختلف دیگر همخوانی دارد که گزارش کردند مصرف بخش عمده نیتروژن قبل از شروع رشد و در اوایل فصل رشد، به دلیل راندمان جذب پایین تأثیر چندانی در تأمین نیتروژن درختان ندارد در مقابل مصرف آن در طی فصل رشد به ویژه مصرف تابستانی و پاییزی آن از راندمان جذب بیشتری است و علاوه بر تأمین نیاز میوه‌های سال جاری در رشد و تشکیل چوب‌های میوه‌ده برای سال بعد و همچنین تأمین نیتروژن ذخیره جوانه‌های

در سال آتی، افزایش تشکیل میوه و عملکرد تأثیر زیادی دارد (لوات و همکاران، 1988 و 1992؛ لیگاز و همکاران، 1995؛ گلداشمیت، 2005؛ ترکتاز و همکاران، 2013).

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این آزمایش کوددهی در اوایل فصل رشد در سال جاری، تأثیر چندانی در افزایش تشکیل گل، میوه و رشد فلش‌های بهاره ندارد. لذا توصیه می‌شود که باغداران، کوددهی اوایل فصل را با حداکثر 10 الی 15 درصد نیاز سالانه درختان شروع نمایند و به تدریج، مقدار مصرف (درصدی از نیاز سالانه) را افزایش داده و در اوایل یا اواسط تابستان (با توجه به رقم) به حداکثر مقدار مصرف ارتقا داده شود سپس مصرف کودها به تدریج کاهش یابد و در اوایل پاییز (پایان رشد فلش‌های پاییزی) متوقف شود. لذا به منظور افزایش راندمان مصرف کودهای شیمیایی، افزایش تشکیل میوه، افزایش عملکرد و باردهی منظم باغ‌های منطقه، توصیه می‌شود از کوددهی اواخر فصل زمستان یا اوایل فصل رشد اجتناب یا به حداقل مقدار تقلیل دهند و در مقابل کوددهی بر اساس تقاضای تغذیه‌ای درختان مرکبات در طول سال انجام شود. به طور کلی براساس نتایج این پژوهش، همه تیمارهای آزمایشی تناوب باردهی را نسبت به شاهد کاهش دادند. حداکثر عملکرد از تیمار مصرف تابستانی و پاییزی (T_4) حاصل شد و تناوب باردهی را نسبت به شاهد حدود 10 درصد کاهش داد مدیریت زمانی مصرف کودهای نیتروژنی در این تیمار شامل پنج مرحله بود مرحله اول، 15 درصد در قبل از گلدهی (اوایل اردیبهشت ماه)؛ مرحله دوم، 35 درصد بین تشکیل میوه‌چه‌ها و شروع ریزش تابستانی میوه‌چه‌ها (از اواخر اردیبهشت تا اواسط خراد ماه)؛ مرحله سوم، 20 درصد در شروع ریزش تابستانی تا اوایل فاز دوم رشد میوه‌ها (اواخر خرداد تا اواسط تیرماه)؛ مرحله چهارم، 15درصد در فاز دوم رشد میوه (اواخر تیرتا اواسط مردادماه و مرحله پنجم، 15 درصد پس از برداشت میوه (مهرماه).

اما براساس داده‌های این آزمایش، برنامه زمانی مصرف کودهای نیتروژنی برای حداقل تناوب باردهی در چهار مرحله: مرحله اول، 15 درصد در قبل از گلدهی (اوایل اردیبهشت ماه)؛ مرحله دوم، 30 درصد بین تشکیل میوه‌چه‌ها و شروع ریزش تابستانی میوه‌چه‌ها (از اواخر اردیبهشت تا اواسط خراد ماه)؛ 30 درصد در شروع ریزش تابستانی تا اوایل فاز دوم رشد میوه‌ها (اواخر خرداد تا اواسط تیرماه)؛ و 25 درصد پس از برداشت میوه (مهرماه) توصیه می‌شود.

پیشنهادها

1. تأثیر مدیریت مصرف نیتروژن بر تناوب باردهی ارقام غالب میان رس و دیررس منطقه از جمله پرتقال تامسون ناول و نارنگی انشوی سوجی یاما مورد بررسی قرار گیرد.
2. تأثیر مدیریت مصرف نیتروژن به ویژه مصرف پاییزی آن بر غلظت و ظرفیت نیتروژن ذخیره اندام هوایی و ریشه درختان مرکبات مورد بررسی قرار گیرد.
3. تأثیر مدیریت مصرف نیتروژن بر غلظت قندهای محلول و نشاسته برگ و ریشه‌ها، تعادل هورمونی و حساسیت درختان مرکبات به تنش سرما و یخبندان مورد بررسی قرار گیرد.

فهرست منابع:

1. احیایی، م. 1375. روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه 1024. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
2. اخلاقی امیری، ن. و ع. اسدی کنگرشاهی. 1390. تأثیر تیمارهای مختلف تغذیه‌ای در کنترل تناوب باردهی نارنگی انشو. علوم و فنون باغبانی ایران، جلد 12، شماره 1، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
3. اخلاقی امیری، ن. و ع. اسدی کنگرشاهی. 1389. بررسی اثر اکسین، ساکارز و تغذیه بر الگوی تناوب باردهی نارنگی انشو. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، جلد 17، شماره 3، گرگان، ایران.
4. ارزانی، ک. و ن. اخلاقی امیری. 1379. اثر اکسین های 2,4-D و نفتالن استیک اسید (NAA) در اندازه و کیفیت میوه نارنگی انشو. نهال و بذر، جلد 16، شماره 4، 459-450.
5. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. 1395. تأثیر کاربرد پتاسیم در مراحل مختلف فنولوژی بر عملکرد و کیفیت میوه نارنگی انشو. نشریه پژوهش های خاک، جلد 30 شماره 2، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
6. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. 1395. مدیریت مصرف نیتروژن و تناوب باردهی مرکبات. مجله یافته‌های علوم کشاورزی، جلد دوم شماره 1، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران.
7. اسدی کنگرشاهی، علی و نگین اخلاقی امیری. 1395. سرمازدگی درختان میوه (مبانی، اصول و راهکارهای عملی کاهش خسارت). انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
8. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. 1393. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد اول. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
9. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. 1393. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد دوم. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
10. اسدی کنگرشاهی، ع.، غ.ر. ثواقبی و ن. اخلاقی امیری. 1390. کاهش تناوب باردهی در نارنگی انشو با مدیریت مصرف نیتروژن و هرس در شرق مازندران. مجله علوم باغبانی ایران. دوره 42، شماره 3. تهران، ایران.
11. اسدی کنگرشاهی، ع. و ن. اخلاقی امیری. 1386. بررسی امکان کاهش سال آوری نارنگی انشو با استفاده از محلول پاشی اوره قبل و بعد از برداشت میوه. پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. شیراز ، ایران.
12. امامی، ع. 1375. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول، نشریه شماره 982، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
13. تدین، م.س. 1386. اثر زمان و مقدار تغذیه ازت بر تناوب باردهی نارنگی کینو. هشتمین کنگره علوم خاک ایران. رشت، ایران.
14. حسینی، ی.، ر. رضازاده. 1394. بررسی امکان تعدیل سال‌آوری نارنگی سیاهو با استفاده از تغییر زمان محلول‌پاشی نیتروژن و زمان برداشت در حاجی‌آباد (هرمزگان). نشریه پژوهش‌های خاک، جلد 29، شماره 4. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
15. Akao, S., S. Kubota and M. Hayashida. 1978. Utilization of reserve nitrogen, especially autumn nitrogen by Satsuma mandarin trees during the development of spring shoots. Journal Japanese Society of Horticultural Science, 47: 31-38.
16. Arias, M., J. Carbonell and M. Agusti. 2005. Endogenous free polyamines and their role in fruit set of low and high parthenocarpic ability citrus cultivars. Journal of Plant Physiology, 162: 845-853.

17. Bondada, B.R. and J.P. Syvertsen. 2003. Leaf chlorophyll, net gas exchange and chloroplast ultrastructure in citrus leaves of different nitrogen status. Tree Physiology. 23, 553–559.
18. Chaplin, M. H. and M.N. Westwood. 1980. Relationship of nutritional factors to fruit set. Journal of Plant Nutrition 2: 477-504.
19. Cox, J.D., J.P. Syvertsen and D.A. Graetz. 2001. Nitrogen uptake, partitioning and leaching losses from young bearing citrus trees of different nitrogen status. Journal of the Amrican Society of Horticultural Science. 126: 242-251.
20. Feigenbaum, S., H. Bielorai, Y. Erner and S. Dasberg. 1987. The fate of N labeled nitrogen applied to mature citrus trees. Plant and Soil, 97: 179-187.
21. Goldschmidth, E.E. 2005. Regulatory aspects of alternate bearing in fruit tree. Italus Hortus. 12: 11-17.
22. Groot, C.C., R. van den Boogaard, LF.M. Marcelis, J. Harbinson H.Lamber. 2003. Contrasting effects of N and P deprivation on the regulation of photosynthesis in tomato plants in relation to feedback limitation. Journal of Experimental Botany, 54: 1957–1967.
23. Kato, F., S. Kubota and S. Tsukahava. 1981. N absorption and translocation in Satsuma mandarin trees uptake and distribution of nitrogen supplied in summer. Agricultural Experiment Station of Japan, 36: 1-6.
24. Legaz, F., M.D. Serna and E. Primo. 1995. Mobilization of the reserve N in citrus. Plant and Soil, 173: 205-210.
25. Lovatt, C.J., O. Sagee and A.G. Ali. 1992. Ammonia and its metabolites influence flowering, fruit set and yield of Washington Navel orange. Proceedings International Society Citriculture, 1: 412-416.
26. Lovatt, C.J., Y. Zheng and K.D. Hake. 1988a. Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in citrus. Isr. Botanists, 37(3/4): 181-188.
27. Lovatt, C.J., Y. Zheng and K.D. Hake. 1988b. A new look at the Kraus-Kraybill hypothesis and flowering of citrus. 6th Int. Citrus Congress. 1: 475-483.
28. Mozhar, M. S., Anwar, R. and Maqbool, M. 2007. A review of alternate bearing in citrus. In: Proceedings International Symposium on Prospects of Horticultural Industry in Pakistan, 143-149.
29. Monselise, S.P. and E.E. Goldschmidt. 1982. Alternate bearing in fruit trees. In: Horticultural reviews. Vol. 4. AVI Publishing Company, 128-174.
30. Monselise, S.P., E.E. Goldschmidt and A. Golomb. 1981. Alternate bearing in citrus and ways of control. Proceeding of International Society of Citriculture. 1: 239-242.
31. Ogata, T. 1997. The control of flowering and fruit set in Satsuma mandarin with plant growth regulators and the dynamics of endogenous plant hormones in their processes. Bulletin of University of Osaka Prefecture, Series B., 49: 67-109.
32. Okada, M. 2004. Effectiveness of reserved nutrients for estimating productivity of Satsuma mandarin. Journal Japanese Society of Horticultural Science. 73: 163-170.
33. Ortola, A.G., G. Monerri and J.L. Guardiola. 1991. The use of naphthalene acetic acid as a fruit growth enhancer in Satsuma mandarin, a comparison with the fruit thinning effect. Scientia Horticulturae, 47: 15- 25.
34. Rosecrance, R., S.A. Weinbaum and P.H. Brown. 1998. Alternate bearing nitrogen, phosphorus, potassium and starch storage pools in mature pistachio trees. 82: 463-470.
35. Smith, P.F. 1976. Collapse of “Murcott” tangerine trees. Journal of American Society for Horticultural Science. 101: 23-25.
36. Srivastava, A.K. and S. Singh. 2009. Citrus decline: Soil fertility and plant nutrition. Journal of Plant Nutrition. 32: 197-245.
37. Srivastava, A.K. and S. Singh. 2003. Citrus nutrition international book distributing Co. (IBDC). India.

38. Stewart, I., T.A. Wheaton and R.L. Reese. 1968. “Murcott” collapse due to nutritional deficiencies. Proceeding of Florida State of Horticultural Society. 81: 15-18.
39. Tachibana, S. and S. Yahataa. 1996. Optimizing nitrogen fertilizer application for a high density planting of Satsuma mandarin. Journal of Japanese Society Horticultural Science. 65: 471-477.
40. Turkals, M., B. Inal, S. Okay, E.G. Eekilic, E. Dundar, P. Hernandez, G. Doredo and T. Unver. 2013. Nutrition metabolism plays an important role in the alternate bearing of olive tree. PLOS ONE. 8:1-15.

Effect of Nitrogen Application Management in Different Phonological Stages on Yield and Alternate Bearing of Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu*)

A. Asadi Kangarshahi[1]
Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran; E-mail: kangarshahi@gmail.com
Received: January, 2018 and Accepted: November, 2019

Abstract

An important issue in some citrus varieties including Satsuma mandarin is alternate bearing. Therefore, to reduce alternate bearing in Satsuma mandarin trees, an experiment was conducted as randomized complete block design with 4 treatments and 4 replications. The experiment was done during 7 years with 32 Satsuma mandarin trees which were almost the same age and size. The experimental treatments of nitrogen use management included T_1= Control (three splits, the first split late in March, the second late in April after fruit formation, and the third one month after the second split); T_2= Summer application (15% before flowering, 30% after fruit formation, 20% at the time of physiological drop, and 35% after the beginning of fruit development); T_3= Autumn application (15% before flowering, 30% after fruit formation, 30% at the time of physiological drop and 25% after fruit harvest); T_4= Summer and autumn application (15% before flowering, 30% after fruit formation, 20% at the time of physiological drop, 20% after starting development, and 15% after fruit harvest). Results showed that fruit yield had the greatest difference in the first and second years of experiment and then the yield difference gradually decreased. The lowest cumulative yield (۳۷۹ kg/tree) was obtained from the control and the highest cumulative yield (۴۴۶ kg/tree) was obtained from summer and autumn N treatment. Results showed that the control had the highest alternate bearing index (0.40) and autumn N application treatment had the lowest treatment index (0.18). Also, year had a significant effect on fruit average weight as the highest fruit average weight was obtained in the fifth year. In all N application treatments, fruit average weight was significantly more (at 5% level) than the control. Based on the results of this study, to minimize alternate bearing, the time and amount of nitrogen fertilizers are recommended in the following four stages: 15% at the beginning of flowering, 30% between fruit set and the beginning of June drop; 30% at the beginning of June drop to early phase of the second growth of fruits; and 25% after fruit harvest.

Keywords: Alternate bearing index, June drop, Fruit average weight, Autumn N application

[1]. Corresponding author: Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran.