



دانشگاه گوار، مشهد، ایران

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و سوم، شماره دوم، ۱۳۹۵

<http://jopp.gau.ac.ir>

## تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد چای در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم

\*کوروش مجدسلیمی

محقق پژوهشکده چای، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۳/۱۶

### چکیده

**سابقه و هدف:** تعداد شاخساره قابل برداشت، میانگین جرم خشک شاخساره در هر برداشت (مقدار ماده خشک) از اجزای عملکرد گیاه چای هستند که تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند فصل و نهاده‌هایی مانند کود نیتروژن و آب قرار می‌گیرند. گزارش شده است که کمبود نیتروژن و تنش آبی باعث کاهش تعداد (جمعیت) شاخساره‌های قابل برداشت، به خواب رفتن یا بنجی شدن جوانه‌ها، کاهش نمو شاخساره‌ها و در نهایت افت عملکرد و کیفیت چای می‌شود. معمولاً در مناطق چای‌کاری شمال ایران در اواسط خرداد تا اوایل شهریور ماه، کمترین میزان بارندگی و بیشترین میزان تنش آبی برای بوته‌های چای اتفاق می‌افتد. کود نیتروژن نیز حدود ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به کار می‌رود که در نتیجه عملکرد و کیفیت چای به شدت کاهش می‌یابد. در این مقاله تأثیر سطوح مختلف تیمارهای آبیاری تکمیلی به روش بارانی و کود نیتروژن مصرفی بر عملکرد و اجزای آن در دوره سه ساله برای اولین بار در ایران مورد بررسی قرار گرفت.

**مواد و روش‌ها:** این آزمایش در ایستگاه تحقیقات شهید افتخاری فشالم در شهرستان فومن (استان گیلان) اجرا گردید. در این تحقیق از روش آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای و طرح آزمایشی کرت‌های خردشده نواری استفاده شد. عامل اصلی شامل شش سطح نیتروژن صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. کود نیتروژن در دو تقسیم مساوی از منبع کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص) و در دو زمان (اواخر اردیبهشت و اواسط تیر ماه) به خاک کرت‌ها اضافه شد. عامل فرعی، یعنی سطوح آبیاری شامل پنج سطح بود.

\*مسئول مکاتبه: [k\\_majdsalimi@yahoo.com](mailto:k_majdsalimi@yahoo.com)

پایش رطوبت حجمی در خاک تیمارهای مختلف با استفاده از روش انعکاس سنجی زمانی انجام شد. در این آزمایش، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه بالغ چای نظیر تعداد شاخساره قابل برداشت و درصد ماده خشک شاخساره‌ها در تمام برداشت‌های تعیین شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام گرفت.

**یافته‌ها:** بیشترین میانگین تعداد شاخساره قابل برداشت به ترتیب برابر ۱۷۹ و ۱۸۱ در هر مترمربع سطح برداشت بود که از تیمارهای آبیاری کامل و مصرف ۳۰۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست می‌آمد. مصرف کود نیتروژن و تأمین نیاز آبی بوته‌های بالغ چای موجب افزایش تعداد شاخساره قابل برداشت فعال و در نتیجه افزایش میزان عملکرد برگ سبز چای می‌شود هرچند آبیاری در مقایسه با نیتروژن تأثیر بیشتری بر افزایش تعداد شاخساره داشته است. به طور کلی تأثیر آبیاری بر تغییرات ماده خشک (۲۲/۲۵ تا ۲۶/۳۷ درصد) بیشتر از نیتروژن (۲۲/۷ تا ۲۵/۶ درصد) بود. نتایج هم‌چنین تأثیر تنش آبی و هوای خشک بر کاهش مقدار ماده خشک شاخساره و کاهش مقدار ماده خشک با افزایش مقدار کود نیتروژن نشان می‌دهد. نتایج اثر متقابل آبیاری × نیتروژن نشان می‌دهند که آبیاری تکمیلی بوته‌های بالغ چای سبب افزایش شیب مثبت تغییرات عملکرد در اثر کاربرد بیشتر کود نیتروژن در محدوده صفر تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌شود.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کاربرد ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن و آب آبیاری با روش بارانی به میزان ۳۴۲ میلی‌متر در دوره کم‌آبی (اواخر خرداد تا اواخر مرداد) باعث تولید بیشترین تعداد شاخساره قابل برداشت و ماده خشک شاخساره و در نتیجه حداکثر عملکرد کل به میزان ۳۹۲۸ کیلوگرم چای فرآوری شده در هکتار می‌گردد. در شرایط دیم (میانگین ۲۲۸ میلی‌متر بارندگی در کل دوره رشد) بیشترین تعداد شاخساره، ماده خشک و میزان عملکرد (۱۶۷۲ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** کود نیتروژن، آبیاری بارانی، عملکرد چای، تنش آبی

## مقدمه

گیاه چای (*Camellia sinensis* (L) O. Kuntze) بوته یا درختچه‌ای همیشه سبز است که برای عملیات برداشت، سطح تاج آن در ارتفاع ۰/۶ تا ۱/۲ متر بالاتر از سطح زمین نگهداری می‌شود. محصول یا عملکرد چای، شاخساره‌های لطیف شامل ۲ یا ۳ برگ و یک جوانه انتهایی تولید شده در بالای این سطح است که به‌طور متوالی در فواصل زمانی مختلفی، برداشت (برگ‌چینی) می‌شوند. تعداد و فاصله زمانی بین برداشت‌ها و در نتیجه تولید محصول سالانه تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند شرایط آب و هوایی، نوع رقم، مدیریت داشت (مصرف نهاده‌هایی مانند آب و کود) و تدابیر برداشت قرار می‌گیرد (۱۱ و ۱۲).

عملکرد چای شامل سه جزء است: تعداد شاخساره قابل برداشت، میانگین جرم خشک شاخساره در هر برداشت (مقدار ماده خشک) و زمان لازم برای رسیدن یک جوانه جانبی<sup>۱</sup> به شاخساره مناسب جهت برداشت (که به‌عنوان دوره جایگزینی شاخساره<sup>۲</sup> نامیده می‌شود) (۱۶ و ۱۷). در حقیقت، تعداد شاخساره عامل اصلی تعیین‌کننده عملکرد بوته‌های چای است. تعداد شاخساره و مقدار ماده خشک موجود در آن با توجه به نوع کلون، فصل، نهاده‌هایی مانند نیتروژن، آب و مرحله دوره هرس<sup>۳</sup> تغییر می‌کنند (۳، ۴ و ۱۷).

آب و کود نیتروژن مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی در مدیریت اراضی چای‌کاری هستند. عوامل اصلی کمبود نیتروژن در خاک مناطق چای‌کاری، برداشت متوالی برگ و شاخساره‌های چای، انجام هرس و تلفات زیاد این عنصر به‌علت تصعید و آبشویی (یون نترات در اثر بارندگی و یا بیش آبیاری) است (۱۴). کمبود نیتروژن باعث کاهش تعداد (جمعیت) شاخساره‌های قابل برداشت، به‌خواب رفتن یا بنجی شدن جوانه‌ها، کاهش نمو شاخساره‌ها و در نهایت افت عملکرد و کیفیت چای می‌شود (۱۳ و ۱۴). در اثر کمبود رطوبت در خاک (تنش آبی)، پتانسیل آب شاخساره‌ها، هدایت روزنه‌ای و غلظت دی اکسید کربن برگ و در نتیجه سرعت تعرق و میزان فتوسنتز و در نهایت عملکرد چای کاهش می‌یابد (۵).

گزارش شده است که مصرف کود و آبیاری باعث افزایش تعداد شاخساره فعال قابل برداشت می‌گردد. هم‌چنین تنش آبی موجب کاهش تراکم جمعیت شاخساره در فصل گرم- خشک و به تعویق انداختن آن به ابتدای فصل بارندگی می‌شود. با مصرف بهینه آب و کود، نسبت جایگزینی شاخساره از ۱:۱/۱ به ۱:۱/۶ افزایش می‌یابد به‌عبارت دیگر برداشت هر شاخساره منجر به تولید ۱/۶ شاخساره جدید

1- Axillary bud

2- Shoot replacement cycle

3- Pruning cycle

می‌گردد (۱۷). هم‌چنین آبیاری بیش از اندازه، فتوسنتز خالص گیاه بالغ چای را در مقایسه با تیمار دیم یا تنش خشکی به میزان ۱۹ درصد و انجام آبیاری کامل به اندازه ۲۵۸ درصد افزایش می‌دهد (۱۶). توزیع بارندگی (مقدار و پراکنش آن) در طول دوره بهره‌برداری مناطق چای‌کاری شمال کشور (فروردین تا اوایل آبان) یکسان نیست. معمولاً در اواسط خرداد تا اوایل شهریور ماه، کمترین میزان بارندگی و بیشترین میزان تنش آبی برای بوته‌های چای اتفاق می‌افتد که در نتیجه عملکرد و کیفیت چای به شدت کاهش می‌یابد (۸). هم‌چنین توصیه مشخص و علمی برای کاربرد نیتروژن در این مناطق ارائه نشده است و کشاورزان اقدام به افزایش مصرف خود سرانه نیتروژن (بیشتر از ۸۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار به ترتیب برای اراضی آبی و دیم) برای دستیابی به محصول بیشتر و تولید اقتصادی می‌نمایند (۷).

تا به امروز تحقیقات جامعی در زمینه بهینه‌سازی مصرف آب و کود نیتروژن در مناطق چای‌کاری ایران انجام نشده است و فقط در یک پژوهش یک ساله، اثر سه سطح نیتروژن مصرف خاکی (۱۰۰، ۱۸۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) و چهار سطح آبیاری بر عملکرد چای مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین میزان عملکرد در تیمارهای آبیاری کامل (۴۵۷ میلی‌متر آب مصرفی) و بدون آبیاری به میزان ۴۰۸۹ و ۹۲۰ کیلوگرم چای فراوری شده در هکتار به ترتیب با کاربرد ۱۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست می‌آید (۹).

در این مقاله تأثیر سطوح مختلف تیمارهای آبیاری تکمیلی به روش بارانی و کود نیتروژن مصرفی بر عملکرد و اجزای آن در دوره سه ساله برای اولین بار در ایران مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات شهید افتخاری فشالم در شهرستان فومن (استان گیلان) اجرا گردید. این محل در جنوب غربی فومن (واقع در کیلومتر ۱۲ جاده رشت به فومن)، با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۲ دقیقه واقع شده است. ارتفاع منطقه از سطح دریای آزاد ۱۰- متر بوده و دارای آب و هوای مرطوب و معتدل می‌باشد. نتایج تجزیه خاک محل نشان داد که بافت خاک تا عمق ۹۰ سانتی‌متری یکنواخت و از نوع لومی-رسی- شنی بود (جدول ۱). سایر خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک محل آزمایش در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. اطلاعات هواشناسی مورد نیاز در سه سال زمان اجرای تحقیق در ایستگاه هواشناسی واقع در محل آزمایش ثبت گردید (شکل‌های ۱ و ۲)

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

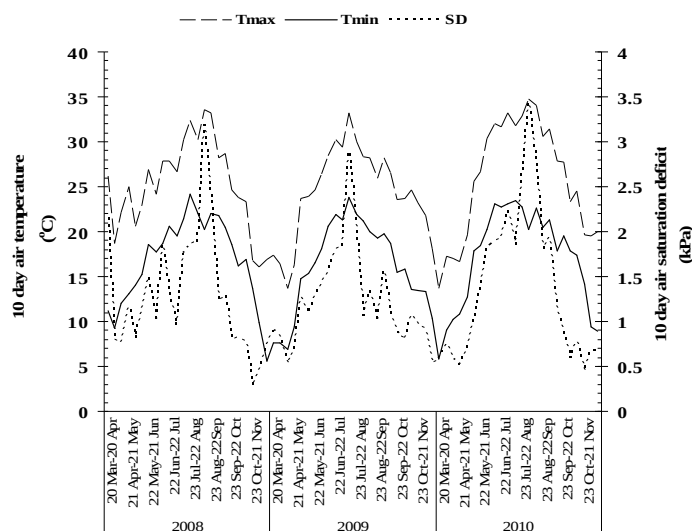
Table 1. Physico- chemical characteristics of soil in experimental tea field.

| عمق خاک<br>Soil depth<br>(cm) | بافت خاک<br>Soil texture | اسیدیته<br>گل<br>pH اشباع | کربن آلی<br>OC<br>(%) | هدایت<br>الکتریکی<br>EC (dS.m <sup>-1</sup> ) | نیتروژن کل<br>Total N<br>(%) | فسفر قابل<br>جذب P<br>(mg.kg <sup>-1</sup> ) | پتاسیم قابل<br>جذب K<br>(mg.kg <sup>-1</sup> ) |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 0-30                          | S.C.L                    | 4.67                      | 1.3                   | 0.421                                         | 0.142                        | 26                                           | 76                                             |
| 30-60                         | S.C.L                    | 4.62                      | 0.775                 | 0.462                                         | 0.105                        | 46                                           | 22                                             |
| 60-90                         | S.C.L                    | 4.5                       | 0.776                 | 0.283                                         | 0.113                        | 87                                           | 42                                             |

جدول ۲- چگالی ظاهری و نقاط پتانسیلی مهم آب در خاک محل آزمایش.

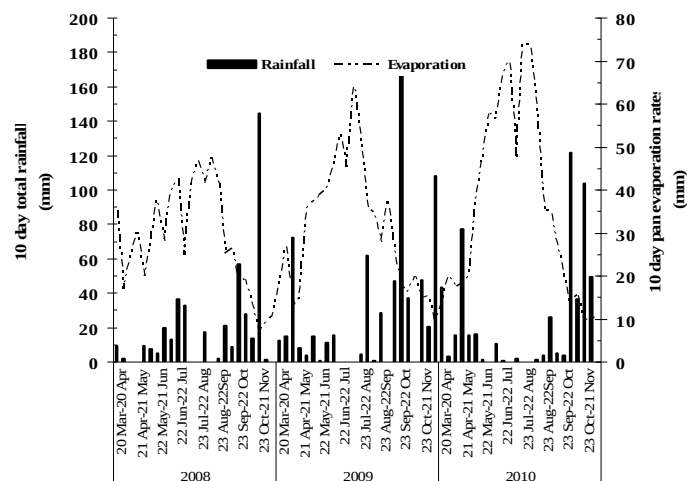
Table 2. Dry bulk density and soil moisture potential points in experimental tea field.

| عمق خاک<br>Soil depth<br>(cm) | چگالی ظاهری<br>Dry bulk<br>density(g.cm <sup>3</sup> ) | رطوبت در نقطه<br>ظرفیت زراعی<br>FC<br>(% W) | رطوبت در نقطه<br>پژمردگی دائم<br>PWP<br>(% W) | تخلیه مجاز<br>MAD<br>(%) | رطوبت قابل دسترس<br>(میلی متر آب در خاک)<br>Available water<br>(mm in soil depth) |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 0-30                          | 1.34                                                   | 22.1                                        | 12                                            | 40                       | 135                                                                               |
| 30-60                         | 1.37                                                   | 19.8                                        | 14.9                                          | 40                       | 122                                                                               |
| 60-90                         | 1.33                                                   | 21                                          | 15.3                                          | 40                       | 126                                                                               |



شکل ۱- میانگین دمای حداکثر و دمای حداقل هوا و کمبود فشار بخار اشباع هوا در ایستگاه تحقیقات چای فومن (گیلان)، اول فروردین تا ۳۰ آبان سه سال ۸۹-۱۳۸۷.

Figure 1. Maximum and minimum air temperature and mid-afternoon air saturation deficits at the Feshalam Tea Research Station (Guilan), 20 May to 21 November in 2008-2010.



شکل ۲- بارندگی کل و تبخیر از تشت در ایستگاه تحقیقات چای فومن (گیلان)، اول فروردین تا ۳۰ آبان سه سال ۱۳۸۷-۸۹.

Figure 2. Total rainfall and pan evaporation rates at the Feshalam Tea Research Station (Guilan), 20 May to 21 November in 2008-2010.

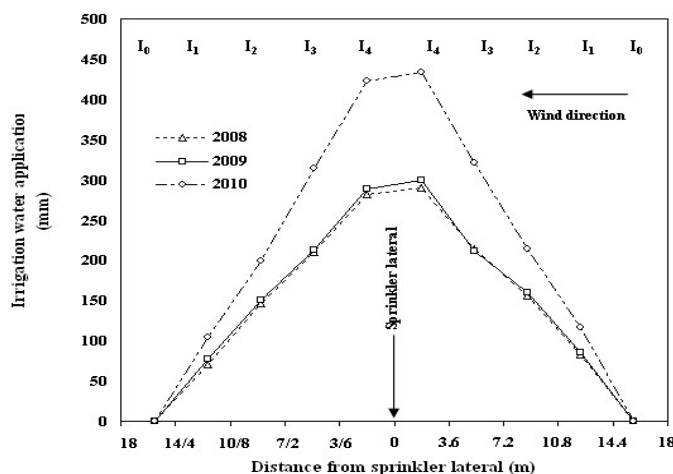
در این تحقیق از روش آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای<sup>۱</sup> استفاده شد (۶). سرعت باد در تمام آبیاری‌ها (در اواخر خرداد تا اواخر مرداد) طی سه سال بین ۰/۵ تا ۲/۷ کیلومتر بر ساعت بود و هیچ محدودیتی برای استفاده از نوع مدل آبیاری وجود نداشت. برای تعیین میزان اثرات هر یک از عوامل سطوح آبیاری و نیتروژن، از طرح آزمایشی کرت‌های خردشده نواری<sup>۲</sup> استفاده گردید (۱۰). طول قطعه آزمایشی به ۱۲ قسمت ۴/۸ متری تقسیم گردید، به‌طوری‌که ۲۴ ردیف ۱۸×۴/۸ متری در طرفین لوله آبیاری تشکیل شد. هر ردیف برای اختصاص یک سطح کود نیتروژن در هر بلوک به‌طور تصادفی انتخاب گردید. ابعاد هر کرت در این آزمایش ۴/۸×۳/۶ متر در نظر گرفته شد. به‌منظور جلوگیری از اثرات جانبی کرت‌ها در تیمارهای اصلی (نیتروژن) بر یکدیگر، فاصله‌ای به اندازه یک ردیف بوته چای در هر طرف کرت (در مجموع ۲/۴ متر) بین آن‌ها لحاظ گردید.

1- Line source

2- Strip plot design

عامل اصلی شامل شش سطح نیتروژن؛ صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ( $N_0$  تا  $N_5$ ) بود که به صورت تصادفی در این بلوک‌ها قرار گرفتند. کود نیتروژن در دو تقسیم مساوی از منبع کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص) و در دو زمان (اواخر اردیبهشت و اواسط تیر ماه) به خاک کرت‌ها اضافه شد. کودهای سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل به ترتیب به میزان ۳۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار برای تیمارهای آبیاری شده و به میزان ۱۵۰ و ۵۰ کیلوگرم برای تیمارهای بدون آبیاری در نیمه اول اسفند هر سال به صورت یکنواخت به خاک کرت‌ها اضافه شد.

در این آزمایش عامل فرعی، یعنی سطوح آبیاری شامل پنج سطح در نظر گرفته شد. این تیمارها در طرفین لوله آبیاری، به طور ثابت در نظر گرفته شدند. در روش آبیاری بارانی تک شاخه‌ای، با افزایش فاصله از لوله آبیاری، مقدار آب دریافتی به وسیله کرت‌ها کاهش (الگوی پاشش مثلثی) و تنش آبی، افزایش می‌یابد (شکل ۳). تیمارهای آبیاری بر اساس میزان آب دریافتی به تیمار بدون آبیاری یا شاهد ( $I_0$ ) در دورترین نقطه از لوله آبد و تیمارهای آبیاری ناقص ( $I_1$ ،  $I_2$  و  $I_3$ ) بین دو تیمار مذکور و مرطوب‌ترین تیمار در مجاورت لوله آبد ( $I_4$ )، تقسیم‌بندی شدند. سایر عملیات به‌زراعی مانند وجین علف‌های هرز و سرهرس روی بوته‌های تمامی کرت‌ها در طی سه سال به صورت معمول و رایج ایستگاه تحقیقات چای صورت گرفت.



شکل ۳- آب آبیاری کاربردی در دو طرف لوله آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای در سه سال آزمایش.

Figure 3. Irrigation water application on either side of a line-source.

مدت زمان آبیاری در این آزمایش، بر مبنای شدت پاشش آبیاری کامل و کاهش رطوبت موجود در خاک تا ۴۰ درصد رطوبت قابل دسترس انجام شد. در طول دوره رشد، به منظور تعیین میزان رطوبت حجمی در خاک تیمارهای مختلف، پایش رطوبت در عمق توسعه ریشه (۹۰ سانتی متری) به صورت هفته‌ای دو بار و با استفاده از روش انعکاس سنجی زمانی<sup>۱</sup> انجام شد. با توجه به استفاده از روش آبیاری بارانی، تمهیداتی (تنظیم زمان و شدت پاشش آبیاری و ایجاد پشته‌های کوتاه خاکی در انتهای هر کرت آبیاری) اعمال شد که از ایجاد رواناب سطحی احتمالی جلوگیری گردد.

در دوره رشد سال‌های ۸۷، ۸۸ و ۸۹ به ترتیب هفت، هشت و هشت مرتبه برداشت جداگانه برگ سبز در فواصل زمانی ۱۸ تا ۴۳ روز انجام گرفت. در این آزمایش، برداشت برگ سبز چای به صورت شاخساره‌های استاندارد (۲ یا ۳ برگ و یک جوانه انتهایی) به طور هم‌زمان در تمام کرت‌ها انجام و وزن آن‌ها به وسیله ترازو تعیین شد. برای تبدیل وزن برگ سبز چای<sup>۲</sup> به عملکرد چای فرآوری شده<sup>۳</sup> از ضریب تبدیل ۲۲/۵ درصد (۱) استفاده گردید.

اجزای عملکرد گیاه بالغ چای نظیر تعداد شاخساره قابل برداشت به روش کادراندازی (به ابعاد ۰/۵ × ۰/۵ مترمربع) و درصد ماده خشک شاخساره‌ها در تمام برداشت‌های انجام شده در دوره رشد سه سال اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد برای سال‌های ۸۷ تا ۸۹ پس از اطمینان از یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی (آزمون بارتلت) و نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

**تعداد شاخساره قابل برداشت:** نتایج تجزیه واریانس ساده داده‌های نرمال تعداد شاخساره قابل برداشت برای سال اول آزمایش (۱۳۸۷) و نیز داده‌های نرمال شده در سال‌های دوم و سوم بیان می‌کند که اثر تیمارهای مختلف نیتروژن و آبیاری بر تعداد شاخساره قابل برداشت کرت‌های آزمایشی در هر سه سال، با احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳).

تغییرات میانگین تعداد شاخساره قابل برداشت بر اثر تیمارهای مختلف کود نیتروژن (جدول ۴) نشان داد که افزایش کود نیتروژن مصرفی باعث تولید تعداد شاخساره قابل برداشت بیشتری در هر سه سال

1- Trime FM-2, Eijkelkamp Agrisearch Equipment

2- Tea green leaf

3- Made tea

شد. مقایسه میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری را بین مقادیر ۳۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نشان نمی‌دهد، بنابراین کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به تنهایی می‌تواند منجر به تولید بهترین تعداد شاخساره قابل برداشت در بوته‌های بالغ چای گردد. تولید تعداد شاخساره در هر سطح نیتروژن مشخص از سال اول به سوم تقریباً دارای روند کاهشی بود به‌طوری که بیشترین میزان کاهش تولید شاخساره در سطوح ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و به‌دلیل اثرات منفی مصرف زیاد نیتروژن (محدودیت در جذب عناصر غذایی دیگر و آسیب به ریشه‌های تغذیه‌کننده) اتفاق افتاده است. به‌طور کلی میانگین کمترین تعداد شاخساره تولیدی مربوط به سال ۱۳۸۹ بود که می‌توان آن را به عوامل محدودکننده آب و هوایی نظیر دما و کمبود فشار بخار اشباع بالای هوا و غیره (شکل‌های ۱ و ۲) در این سال و اثرات تجمعی کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن در سال پایانی آزمایش (جدول ۴) نسبت داد. نتایج آزمایش دیگری در ایران نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن مصرف خاکی، تولید تعداد شاخساره افزایش پیدا می‌کرد و بیشترین تعداد شاخساره در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد (۲).

هم‌چنین تأمین نیاز آبی بوته‌های بالغ چای در دوره کم آبی (اواخر خرداد تا اوایل شهریور) سال‌های آزمایش (شکل ۳) باعث شد تا بیشترین تعداد شاخساره قابل برداشت برای هر سال در تیمار آبیاری کامل و کمترین آن در تیمار شاهد (بدون آبیاری) تولید شود (جدول ۵). آبیاری کامل به‌میزان ۲۹۰، ۳۰۰ و ۴۳۵ میلی‌متر به‌ترتیب در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ (شکل ۳) باعث شد تا تولید شاخساره قابل برداشت در تیمار آبیاری کامل به‌ترتیب ۲۸، ۳۹ و ۴۸ درصد نسبت به تیمار بدون آبیاری افزایش داشته باشد. در سال سوم آزمایش، حداقل مقدار بارندگی در سه ماه خرداد، تیر و مرداد (مجموع ۱۴ میلی‌متر) و در نتیجه حداکثر شدت و مدت تنش آبی و بیشترین مقدار آبیاری در مقایسه با سال‌های قبل به وجود آمد (شکل ۲).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تعداد شاخساره قابل برداشت، ماده خشک شاخساره و عملکرد برگ سبز چای برای تیمارهای آبیاری و کود نیتروژنی.

Table 3. Results of analysis of variance for number of shoot harvested, dry matter and yield green leaf for irrigation and nitrogen different treatments.

| منابع تغییرات<br>S.O.V         | df | درجه آزادی <sup>④</sup> |      |      | تعداد شاخساره<br>Number of shoot |                    |                    | ماده خشک<br>Dry matter |                     |                     | عملکرد برگ سبز<br>Yield of green leaf |          |                    |
|--------------------------------|----|-------------------------|------|------|----------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------|----------|--------------------|
|                                |    | 2008                    | 2009 | 2010 | 2008                             | 2009               | 2010               | 2008                   | 2009                | 2010                | 2008                                  | 2009     | 2010               |
|                                |    | 3                       | 3    | 3    | 166.7                            | 0.248              | 0.349              | 0.000049               | 0.035               | 0.784               | 244.1                                 | 438.8    | 172.1              |
| تکرار Block                    |    | 5                       | 5    | 5    | 4846.7**                         | 23.4**             | 29.1**             | 0.000040*              | 0.021**             | 0.117**             | 1320**                                | 6120.8** | 2454.8**           |
| نیتروژن N                      |    | 15                      | 15   | 15   | 657.4                            | 0.38               | 1.7                | 0.000014               | 0.002               | 0.026               | 149.9                                 | 118.3    | 58.4               |
| خطا E                          |    | 4                       | 4    | 4    | 2113.8**                         | 18.5**             | 156.5**            | 0.000466**             | 0.034**             | 1.131**             | 3598.1**                              | 5468.2** | 13359.5**          |
| آبیاری I                       |    | 12                      | 12   | 12   | 167.6                            | 0.26               | 1.02               | 0.000006               | 0.001               | 0.025               | 57.7                                  | 72.3     | 165                |
| خطا E                          |    | 20                      | 20   | 20   | 58.4 <sup>ns</sup>               | 0.23 <sup>ns</sup> | 1.77**             | 0.000004 <sup>ns</sup> | 0.001 <sup>ns</sup> | 0.018 <sup>ns</sup> | 26.7**                                | 50.8*    | 69.7 <sup>ns</sup> |
| نیتروژن×آبیاری N*I             |    | 60                      | 60   | 60   | 69.9                             | 0.17               | 0.34               | 0.000004               | 0.001               | 0.014               | 28.3                                  | 30.8     | 30.9               |
| خطا E                          |    | 6                       | 7    | 7    | 9680.2**                         | 54.3**             | 227.4**            | 0.001305**             | 0.126**             | 1.472**             | 2053.2**                              | 6004.8** | 12780.4**          |
| زمان برداشت T                  |    | 30                      | 35   | 35   | 371.1**                          | 2.03**             | 4.9**              | 0.000005*              | 0.002*              | 0.05*               | 88.5**                                | 271.9**  | 142.9**            |
| زمان برداشت×نیتروژن N*T        |    | 24                      | 28   | 28   | 1423.4**                         | 12.05**            | 12.6**             | 0.000098**             | 0.011**             | 0.125**             | 1423.4**                              | 1544.8** | 926.02**           |
| زمان برداشت×نیتروژن×آبیاری I*T |    | 120                     | 140  | 140  | 3227.5 <sup>ns</sup>             | 0.42 <sup>ns</sup> | 0.52 <sup>ns</sup> | 0.000002 <sup>ns</sup> | 0.001 <sup>ns</sup> | 0.014 <sup>ns</sup> | 23.4 <sup>ns</sup>                    | 44.03*   | 21.8 <sup>ns</sup> |
| خطا E                          |    | 540                     | 630  | 630  | 57.3                             | 0.35               | 0.50               | 0.000005               | 0.002               | 0.016               | 33.6                                  | 34.08    | 30.2               |
| CV(%) (ضریب تغییرات)           |    |                         |      |      | 32.3                             | 6.3                | 14.2               | 5.44                   | 2.05                | 2.62                | 17.5                                  | 18.8     | 19.7               |

\* represents p<0.05; \*\* represents p<0.01; N.S., non- significant.

④ - داده‌های تعداد شاخساره در دو سال ۸۸ و ۸۹ و عملکرد و ماده خشک در هر سه سال زمال شده است.

Data of the number of shoots in both years 2009 & 2010 and dry matter and yield in 3 years were transformed to normal format.

⑤ تعداد برداشت‌ها در سه سال به ترتیب ۸، ۷ و ۸ مرتبه بود بنابراین درجه آزادی سال‌ها نیز متفاوت است.

The number of harvests in three years were as 7, 8 and 8 times, respectively, so the degree of freedom is different.

جدول ۴- اثرات کود نیتروژن بر تعداد شاخساره قابل برداشت، ماده خشک شاخساره‌ها و عملکرد چای فراوری شده در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹.

Table 4. Effects of nitrogen fertilizer on number of shoot harvested, dry matter of shoots and yield of made tea in 2008 to 2010.

| تیمارها<br>Treatments     | تعداد شاخساره<br>(در هر مترمربع)<br>Number of shoot (n. m <sup>-2</sup> ) |                    |                     | ماده خشک (درصد)<br>Dry matter (%) |                    |                     | عملکرد (کیلوگرم در هکتار)<br>Yield (kg ha <sup>-1</sup> ) |                      |                      |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                           | 2008                                                                      | 2009               | 2010                | 2008                              | 2009               | 2010                | 2008                                                      | 2009                 | 2010                 |
|                           |                                                                           |                    |                     |                                   |                    |                     |                                                           |                      |                      |
| 0 kg N ha <sup>-1</sup>   | 66.3 <sup>b</sup>                                                         | 99.7 <sup>c</sup>  | 100.2 <sup>c</sup>  | 23.37 <sup>a</sup>                | 25.02 <sup>a</sup> | 25.60 <sup>a</sup>  | 1208.1 <sup>e</sup>                                       | 1114.9 <sup>d</sup>  | 1357.3 <sup>c</sup>  |
| 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 78.1 <sup>b</sup>                                                         | 128.1 <sup>b</sup> | 125.1 <sup>bc</sup> | 23.43 <sup>a</sup>                | 24.42 <sup>b</sup> | 25.36 <sup>a</sup>  | 1615.7 <sup>d</sup>                                       | 1708.1 <sup>c</sup>  | 1745.1 <sup>bc</sup> |
| 200 kg N ha <sup>-1</sup> | 95.3 <sup>a</sup>                                                         | 164.9 <sup>a</sup> | 142.1 <sup>ab</sup> | 23.03 <sup>ab</sup>               | 23.67 <sup>c</sup> | 25.23 <sup>ab</sup> | 2004.8 <sup>c</sup>                                       | 2358.7 <sup>b</sup>  | 1998.5 <sup>ab</sup> |
| 300 kg N ha <sup>-1</sup> | 105.6 <sup>a</sup>                                                        | 160.6 <sup>a</sup> | 148.6 <sup>ab</sup> | 22.79 <sup>b</sup>                | 23.75 <sup>c</sup> | 25.02 <sup>b</sup>  | 2215.8 <sup>bc</sup>                                      | 2771.4 <sup>ab</sup> | 2053.9 <sup>ab</sup> |
| 400 kg N ha <sup>-1</sup> | 110.9 <sup>a</sup>                                                        | 171.5 <sup>a</sup> | 159.7 <sup>a</sup>  | 22.83 <sup>b</sup>                | 23.68 <sup>c</sup> | 24.72 <sup>b</sup>  | 2470.8 <sup>ab</sup>                                      | 2952.2 <sup>a</sup>  | 2366.7 <sup>ab</sup> |
| 500 kg N ha <sup>-1</sup> | 109.7 <sup>a</sup>                                                        | 165.9 <sup>a</sup> | 162.4 <sup>a</sup>  | 22.71 <sup>b</sup>                | 23.70 <sup>c</sup> | 24.66 <sup>bc</sup> | 2590.8 <sup>a</sup>                                       | 3190.8 <sup>a</sup>  | 2670.5 <sup>a</sup>  |

- حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم وجود اختلاف آماری است.

- Each row with same letters was not significantly different (P<0.05).

جدول ۵- اثرات آب آبیاری بر تعداد شاخساره قابل برداشت، ماده خشک شاخساره‌ها و عملکرد چای فراوری شده در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹.

Table 5. Effects of irrigation water on number of shoot harvested, dry matter of shoots and yield of Procce tea in 2008 to 2010.

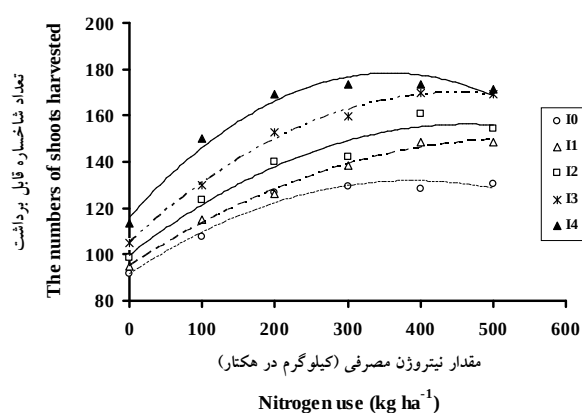
| تیمارها<br>Treatments | تعداد شاخساره (در هر مترمربع)<br>Number of shoot (n. m <sup>-2</sup> ) |                    |                    | ماده خشک (درصد)<br>Dry matter (%) |                    |                    | عملکرد (کیلوگرم در هکتار)<br>Yield (kg ha <sup>-1</sup> ) |                     |                     |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
|                       | 2008                                                                   | 2009               | 2010               | 2008                              | 2009               | 2010               | 2008                                                      | 2009                | 2010                |
|                       |                                                                        |                    |                    |                                   |                    |                    |                                                           |                     |                     |
| I <sub>0</sub>        | 123.7 <sup>d</sup>                                                     | 125.9 <sup>d</sup> | 55.6 <sup>e</sup>  | 23.52 <sup>d</sup>                | 23.28 <sup>c</sup> | 22.29 <sup>c</sup> | 1413.4 <sup>d</sup>                                       | 1653.6 <sup>e</sup> | 1058.4 <sup>e</sup> |
| I <sub>1</sub>        | 128.5 <sup>cd</sup>                                                    | 130.0 <sup>d</sup> | 62.8 <sup>d</sup>  | 24.17 <sup>d</sup>                | 23.51 <sup>c</sup> | 22.25 <sup>c</sup> | 1540.6 <sup>d</sup>                                       | 1830.3 <sup>d</sup> | 1312.4 <sup>d</sup> |
| I <sub>2</sub>        | 140.4 <sup>bc</sup>                                                    | 147.6 <sup>c</sup> | 94.4 <sup>c</sup>  | 25.15 <sup>c</sup>                | 24.03 <sup>b</sup> | 22.70 <sup>b</sup> | 1898.2 <sup>c</sup>                                       | 2343.3 <sup>c</sup> | 2050.1 <sup>c</sup> |
| I <sub>3</sub>        | 147.3 <sup>ab</sup>                                                    | 164.3 <sup>b</sup> | 115.7 <sup>b</sup> | 26.28 <sup>b</sup>                | 24.61 <sup>a</sup> | 23.79 <sup>a</sup> | 2353.1 <sup>b</sup>                                       | 2765.0 <sup>b</sup> | 2496.4 <sup>b</sup> |
| I <sub>4</sub>        | 158.8 <sup>a</sup>                                                     | 174.5 <sup>a</sup> | 137.9 <sup>a</sup> | 26.37 <sup>a</sup>                | 24.77 <sup>a</sup> | 24.10 <sup>a</sup> | 2691.7 <sup>a</sup>                                       | 3154.6 <sup>a</sup> | 3171.1 <sup>a</sup> |

- حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم وجود اختلاف آماری است.

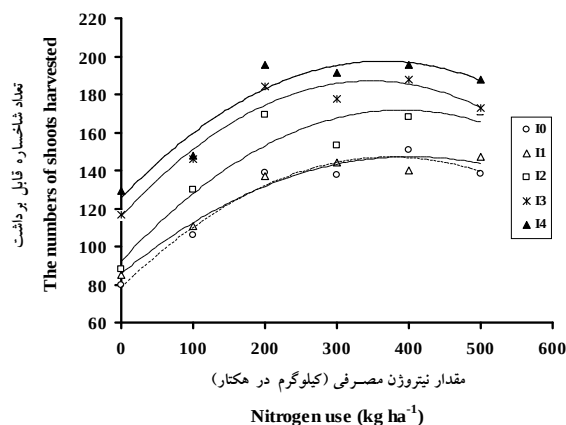
-Each row with same letters was not significantly different (P<0.05).

با این وجود، آبیاری کامل در سال سوم (۴۳۵ میلی‌متر) کمترین تأثیر را بر تولید شاخساره در این سال نسبت به دو سال قبل داشته است (تولید تعداد ۱۵۸/۸، ۱۷۴/۵ و ۱۳۷/۹ شاخساره در هر مترمربع سطح برداشت به ترتیب در سال‌های ۸۷ تا ۸۹). این موضوع را می‌توان به علت تأثیر منفی عوامل آب و هوایی محدود کننده مؤثر بر رشد و تولید شاخساره در این سال دانست (شکل‌های ۱ و ۲). دمای بالای هوا بیشتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد (۱۸ و ۱۹) و کمبود فشار بخار اشباع بیشتر از حد بحرانی ۲/۱ کیلو پاسکال (۳ و ۱۹) سبب گردید تا آبیاری نتواند خسارت ناشی از این عوامل منفی را به‌طور کامل جبران نماید و میانگین کمترین تعداد شاخساره در سال سوم تولید شود.

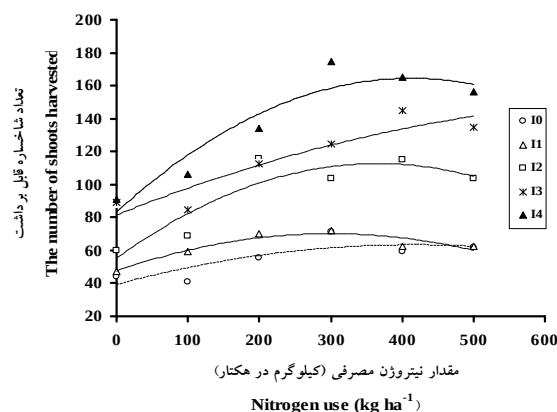
اثر متقابل تیمارهای ترکیبی نیتروژن و آبیاری روی تعداد شاخساره‌های قابل برداشت چای در سال اول و دوم غیرمعنی‌دار (سطح پنج درصد) و روی تعداد شاخساره قابل برداشت در سال سوم نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۳). بررسی تغییرات تعداد شاخساره کت‌های آزمایشی تحت تأثیر تیمارهای ترکیبی کود نیتروژن و آبیاری در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ (شکل‌های ۴ تا ۶) نشان می‌دهد که روند تغییرات فوق در هر سه سال به‌صورت تابع درجه دوم بوده است.



شکل ۴- اثرات کود نیتروژنی و آبیاری بر تعداد شاخساره قابل برداشت (در مترمربع سطح برداشت) در سال ۱۳۸۷.  
Figure 4. Effects of nitrogen fertilizer and irrigation on numbers of shoots harvested ( $m^2$  are a harvest) in 2008.



شکل ۵- اثرات کود نیتروژنی و آبیاری بر تعداد شاخساره قابل برداشت (در مترمربع سطح برداشت) در سال ۱۳۸۸.  
Figure 5. Effects of nitrogen fertilizer and irrigation on numbers of shoots harvested ( $m^2$  are a harvest) in 2009.



شکل ۶- اثرات کود نیتروژنی و آبیاری بر تعداد شاخساره قابل برداشت (در مترمربع سطح برداشت) در سال ۱۳۸۹.  
Figure 6. Effects of nitrogen fertilizer and irrigation on numbers of shoots harvested ( $m^2$  are a harvest) in 2010.

همان‌طوری که مشاهده می‌شود با افزایش میزان آب مصرفی در یک سطح کودی مشخص، تولید تعداد شاخساره افزایش پیدا می‌کند. به‌طور مشابهی، کاربرد بیشتر کود نیتروژن در هر کدام از تیمارهای آبیاری باعث افزایش تعداد شاخساره قابل برداشت می‌گردد. با این تفاوت که این روند افزایشی تا حد مشخصی ادامه پیدا می‌کند و پس از آن به‌طور جزئی کاهش می‌یافت و یا ثابت می‌گردد. بیشترین میانگین تعداد شاخساره قابل برداشت در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ به‌ترتیب برابر ۱۷۹ و ۱۸۱ در هر مترمربع سطح برداشت بود که از تیمارهای آبیاری کامل و مصرف ۳۰۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست می‌آمد (شکل‌های ۴ تا ۶). اختلاف تعداد شاخساره تولیدشده در سال‌های مختلف را می‌توان به‌دلیل تفاوت شرایط آب و هوایی و میزان آب آبیاری در سال‌های مختلف و تأثیر آن‌ها بر جذب آب و کود نیتروژن دانست. در مطالعه‌ای در تانزانیا بیشترین تعداد شاخساره در کلون ۶/۸ با کاربرد ۴۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و آبیاری کامل برابر ۱۹۵ شاخساره در هر مترمربع سطح برداشت، گزارش شده است (۱۷).

همان‌طوری که نتایج نشان می‌دهد مصرف کود نیتروژن و تأمین نیاز آبی بوته‌های بالغ چای موجب افزایش تعداد شاخساره قابل برداشت فعال و در نتیجه افزایش میزان عملکرد برگ سبز چای می‌شود هرچند آبیاری در مقایسه با نیتروژن تأثیر بیشتری بر افزایش تعداد شاخساره داشته است. نتایج مشابهی از تأثیر بیشتر آبیاری بر افزایش تعداد شاخساره قابل برداشت در مقایسه با کود نیتروژن در تانزانیا گزارش شده است (۴ و ۱۷).

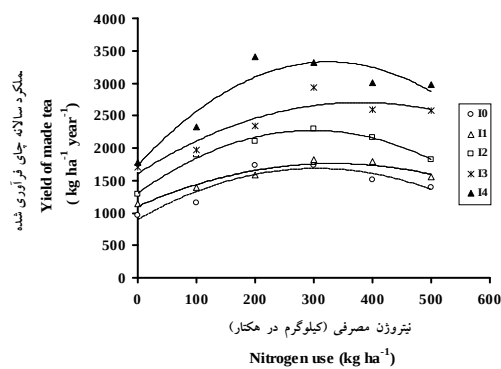
**ماده خشک شاخساره‌های قابل برداشت:** تجزیه واریانس ساده داده‌های نرمال‌شده برای مقدار ماده خشک شاخساره‌های چای در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ نشان داد (جدول ۳) که اثر تیمارهای مختلف کود نیتروژن بر مقدار ماده خشک شاخساره‌ها در سال ۱۳۸۷ با احتمال پنج درصد و در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ با احتمال یک درصد معنی‌دار شد در حالی‌که تیمارهای آبیاری بر مقدار ماده خشک در هر سه سال، دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بودند. با این وجود، اثر متقابل کود نیتروژن و آبیاری بر تغییرات ماده خشک در هیچ‌کدام از سال‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نگردید.

همان‌طوری‌که از جدول ۴ مشاهده می‌شود افزایش مقدار کود نیتروژن کاربردی بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث شد تا میزان ماده خشک شاخساره در هر سه سال کاهش یابد. بیشترین درصد ماده خشک شاخساره از تیمارهای بدون کود نیتروژن و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. نتایج مشابهی از کاهش مقدار ماده خشک شاخساره‌های چای با افزایش کود نیتروژن در تانزانیا گزارش شده است (۱۷). برعکس، بیشترین درصد ماده خشک از شاخساره‌هایی حاصل گردید که از تیمارهای آبیاری کامل برداشت شده بودند (جدول ۵). محققان تأثیر مثبت آبیاری بر افزایش ماده خشک را تأیید نموده‌اند بر این اساس، تأمین نیاز آبی چای از طریق آبیاری بارانی باعث شد تا میزان تعرق برگ‌ها و شاخساره‌های چای افزایش و در نتیجه درصد ماده خشک، افزایش یابد (۴). به‌طور کلی تأثیر آبیاری بر تغییرات ماده خشک (۲۲/۲۵ تا ۲۶/۳۷ درصد) بیشتر از نیتروژن (۲۲/۷ تا ۲۵/۶ درصد) به‌دست آمد. بررسی‌های انجام گرفته نشان‌دهنده تأثیر تنش آبی و هوای خشک بر کاهش مقدار ماده خشک شاخساره (۴) و کاهش مقدار ماده خشک با افزایش مقدار کود نیتروژن می‌باشد (۱۷).

**عملکرد:** نتایج تجزیه واریانس ساده داده‌های نرمال‌شده برای عملکرد کرت‌های آزمایشی در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ نشان داد (جدول ۳) که اثر تیمارهای مختلف نیتروژن و آبیاری بر میزان عملکرد کرت‌های آزمایشی در هر سه سال، با احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بین عملکرد و اجزای آن (تعداد شاخساره قابل برداشت و ماده خشک شاخساره) همبستگی مثبت معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) وجود داشت به‌طوری‌که با افزایش تعداد شاخساره و ماده خشک، عملکرد نیز افزایش پیدا می‌کرد. در هر سه سال اجرای آزمایش، بیشترین میزان عملکرد مربوط به مصرف ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (جدول ۴) و سطوح بعدی ۳۰۰، ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌ترتیب در رتبه‌های پایین‌تری قرار داشتند. تیمار بدون مصرف کود نیتروژن کمترین میزان عملکرد را داشت. کمترین میزان عملکرد تولیدشده در هر سطح کود نیتروژن مربوط به سال سوم آزمایش بود (مشابه با تغییرات میزان ماده خشک و تعداد شاخساره).

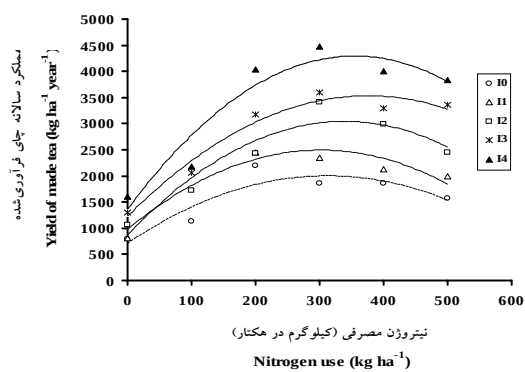
بر اساس جدول ۵، تیمار آبیاری کامل در هر سه سال بیشترین میزان عملکرد را تولید کرد (به ترتیب ۲۶۹۱/۷۵، ۳۱۵۴/۶۰ و ۳۱۷۱/۰۹ کیلوگرم چای فراوری شده در هکتار) و تیمارهای آبیاری ناقص به ترتیب دارای عملکرد سالانه کمتری بودند. بارندگی مؤثر به میزان ۲۳۰، ۲۵۴ و ۲۰۰ میلی متر طی دوره رشد سه سال در تیمار بدون آبیاری منجر به تولید کمترین میزان عملکرد به ترتیب برابر ۱۴۱۳/۳۸، ۱۶۵۳/۶۶ و ۱۰۵۸/۴۱ کیلوگرم چای فراوری شده در هکتار گردید (جدول ۵). در این تیمار، کمترین عملکرد در سال سوم (۱۳۸۹) تولید شد که دلیل آن را می توان ناشی از تنش آبی بیشتر و شرایط نامناسب آب و هوایی در دوره بحرانی رشد (ماه های خرداد، تیر و مرداد) این سال نسبت به دو سال قبل دانست. همان طوری که از شکل های ۱ و ۲ مشاهده می شود کمترین میزان بارندگی مؤثر و در نتیجه بیشترین میزان کم آبی در ماه های تیر و مرداد به خصوص در سال های ۸۸ و ۸۹ (به ترتیب ۵۲ و ۳ میلی متر) اتفاق افتاده است و دمای هوا در تعداد زیادی از روزها به بالاتر از ۳۰ درجه سانتی گراد (تا ۳۶ درجه سانتی گراد) و کمبود فشار بخار اشباع هوای به بیشتر از ۲/۱ کیلو پاسکال (تا ۳/۴ کیلو پاسکال) می رسید. دمای بحرانی برای رشد شاخساره های چای در تانزانیا و کنیا بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد (۱۸ و ۱۹) و کمبود فشار بخار اشباع بحرانی بین ۲/۱ تا ۲/۳ کیلو پاسکال (۳ و ۱۹) گزارش شده است.

اثر متقابل تیمارهای نیتروژن در آبیاری بر عملکرد سال اول غیر معنی دار (سطح ۵ درصد) و بر عملکرد سال های دوم و سوم دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد بودند (جدول ۳). منحنی تغییرات عملکرد با سطوح کود نیتروژن برای تمام سطوح آبیاری در سه سال آزمایش (شکل های ۷ تا ۹) به صورت تابع درجه دوم به دست آمد. این توابع نشان می دهند که آبیاری تکمیلی بوته های بالغ چای سبب افزایش شیب مثبت تغییرات عملکرد در اثر کاربرد بیشتر کود نیتروژن در محدوده صفر تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار می شود. کاربرد کود نیتروژن بیشتر از این میزان، روند کاهشی یا تقریباً ثابتی را برای تولید عملکرد به دنبال خواهد داشت. آبیاری کامل به میزان ۳۰۰ میلی متر (شکل ۳) همراه با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال دوم آزمایش باعث شد تا بیشترین میزان عملکرد چای فراوری شده معادل ۴۴۸۳ کیلوگرم در هکتار در این سال به دست آید.



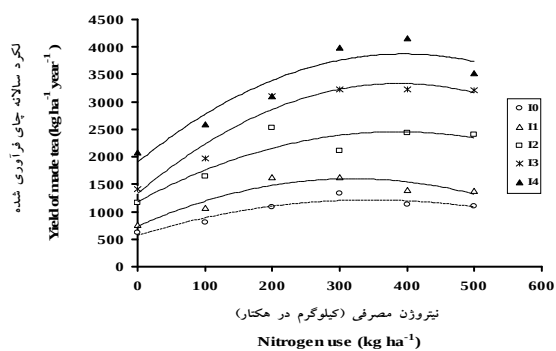
شکل ۷- اثرات کود نیتروژنی و آبیاری بر عملکرد چای آماده در سال ۱۳۸۷.

Figure 7. Effects of nitrogen fertilizer and irrigation on yield of made tea in 2008.



شکل ۸- اثرات کود نیتروژنی و آبیاری بر عملکرد چای آماده در سال ۱۳۸۸.

Figure 8. Effects of nitrogen fertilizer and irrigation on yield of made tea in 2009.



شکل ۹- اثرات کود نیتروژنی و آبیاری بر عملکرد چای آماده در سال ۱۳۸۹.

Figure 9. Effects of nitrogen fertilizer and irrigation on yield of made tea in 2010.

بهبود سرعت فتوسنتز، پتانسیل آب، هدایت روزنه‌ای و در نهایت رشد و نمو شاخساره‌های چای به دلیل اثر متقابل بین آبیاری تکمیلی و کود نیتروژن در فصل خشک از دلایل عمده افزایش عملکرد در این شرایط است (۳، ۴ و ۱۷).

شیب منحنی تغییرات عملکرد در تیمار بدون آبیاری طی سه سال با افزایش کود نیتروژن (تا حد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به طور بسیار ملایم افزایش پیدا می‌کرد و پس از آن تغییرات به صورت تقریباً ثابت و یا کاهش جزئی بود. بالاترین میزان عملکرد برای تیمار بدون آبیاری در سال دوم (۲۵۴ میلی‌متر بارندگی مؤثر) برابر ۲۲۰۲ کیلوگرم چای فراوری شده در هکتار با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل گردید.

شیب کمتر تغییرات عملکرد در سطوح آبیاری ناقص با مصرف بیشتر نیتروژن را می‌توان به علت جذب نیتروژن کمتر به وسیله ریشه‌های گیاه ناشی از فقدان رطوبت مناسب در خاک طی ماه‌های خشک دانست که با وجود افزایش کاربرد نیتروژن، باعث تغییرات اندک در تولید شاخساره و عملکرد بوته‌های چای می‌شود.

بنابراین با اطلاع از این که مصرف بیشتر کود نیتروژن باعث کاهش کیفیت محصول (۱۱) و افزایش هزینه‌های تولید و آلودگی محیط زیست و آب‌های زیرزمینی (۱۲ و ۱۳) می‌گردد، پیشنهاد می‌گردد تا مقدار مصرف کود برای توصیه به کشاورزان کمتر از مقادیر به دست آمده بر اساس عملکرد و اجزای آن صورت گیرد. توصیه نیتروژن باید بر اساس میزان عملکرد و شرایط آبیاری (توابع عملکرد- نیتروژن در آبیاری) برای هر باغ چای انجام شود.

### نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کاربرد ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن و آب آبیاری با روش بارانی به میزان ۳۴۲ میلی‌متر در دوره کم‌آبی (اواخر خرداد تا اواخر مرداد) باعث تولید بیشترین تعداد شاخساره قابل برداشت و ماده خشک شاخساره و در نتیجه حداکثر عملکرد کل به میزان ۳۹۲۸ کیلوگرم چای فراوری شده در هکتار می‌گردد. در شرایط دیم (میانگین ۲۲۸ میلی‌متر بارندگی در کل دوره رشد) بیشترین تعداد شاخساره، ماده خشک و میزان عملکرد (۱۶۷۲ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل می‌شود.

## منابع

1. Anonymous. 2008. Tea- Black Tea- Specifications and test methods. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. No. 623, 9p.
2. Bagheri, F. 2011. The effect of soil and foliar application of nitrogen on yield and quality of tea. Final Report. Agriculture Research, Education and Extension Organization, Tea Research Institute of Iran, 55p. (In Persian)
3. Carr, M.K.V. 2010. The role of water in the growth of the tea (*Camellia sinensis* L.) crop: a synthesis of research in eastern Africa. 1. water relations. Exp. Agric. 46(3): 327-349.
4. Carr, M.K.V. 2010. The role of water in the growth of the tea (*Camellia sinensis* L.) crop: a synthesis of research in eastern Africa. 2. water productivity. Exp. Agric. 46(3): 351-379.
5. Janendra, W.A., De Costa, M., Mohotti, A.J., Wijeratne, M.A. 2007. Ecophysiology of tea. Brazil. J. Plant Physiol. 19(4): 299-332.
6. Hanks, R.J., Keller, J., Rasmussen, V.P., and Willson, G.D. 1976. Line source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 426-429.
7. Majd Salimi, K. 2012. Interaction of irrigation levels and amounts of nitrogen fertilizer on yield and quality of tea green leaf. Final Report. Agriculture Research, Education and Extension Organization, Tea Research Institute of Iran, 133p. (In Persian)
8. Majd Salimi, K., Salvatian, S.B., and Rezaei, M. 2011. Effects of sprinkler irrigation intervals on yield and water use efficiency of tea fields in Guilan Province, Iran, J. of Water and Soil. 24(6): 1129-1141. (In Persian)
9. Majd Salimi, K., and Mirlatifi, S.M. 2008. Tea (*Camellia sinensis* L.) yield response to irrigation and nitrogen fertilizer applications, J. Sci. Tech. Agric. Natur. Resour., Water Soil Sci. 12(44): 39-50. (In Persian)
10. Morgan, D.D.V., and Carr, M.K.V. 1989. Analyzing line source irrigation experiments. Exp. Agric. 91: 4-11.
11. Owuor, P.O., Othieno, C.O., Kamau, D.M., Wanyoko, JK., and Ng'etich, WK. 2008a. Effects of long term fertilizer use on a high yielding tea clone AHP S15/10: yields. Tea Sci. 7: 19-31
12. Owuor, P.O., and Bowa, O.K. 2012. Quality and yields of black tea *camellia sinensis* L.O. Kuntze in responses to harvesting in Kenya: a review. Asian J. Biol. Life Sci. 1(1): 1-7.
13. Owuor, P.O., Obanda, M., Nyirenda, H.E., and Mandala, W.L. 2008b. Influence of region of production on clonal black tea chemical characteristics. Food Chem. 108: 263-271.
14. Owuor, P.O., Kamau, D.M., and Jondiko, E.O. 2010. The influence of geographical area of production and nitrogenous fertilizer on yields and quality parameters of clonal tea. J. Food, Agric. Environ. 8: 682-690.

15. Owuor, P.O., Kamau, D.M., Kamunya, S.M., Msomba, S.W., Uwimana, M.A., Okal, A.W., and Kwach, B.O. 2011. Effects of genotype, environment and management on yields and quality of black tea. Gen., Biofuel Local Farm Sys. 7: 277-307.
16. Stephens, W., and Carr, M.K.V. 1993. Responses of tea (*Camellia sinensis*) to irrigation and fertilizer. III. Shoot extension and development. Exp. Agric. 29: 323-339.
17. Stephens, W., and Carr, M.K.V. 1994. Responses of tea (*Camellia sinensis*) to irrigation and fertilizer. IV. Shoot population density, Size and Mass. Expl. Agric. 33: 189-205.
18. Stephens, W., and Carr, M.K.V. 1991. Respons of tea (*Camellia sinensis*) to irrigation and fertilizer. Water use. Exp. Agric. 27: 193-210.
19. Tanton, T.W. 1982. Environmental factors affecting the yield of tea (*Camellia sinensis*). I. Effects of air temperature. Exp. Agric. 18: 47-52.

