نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۳۴۹-۳۴۲

Agroecology
Vol. 5, No. 4, Winter 2014, p. 342-349

تأثیر دور آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد رویشی و زایشی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در منطقه بیرجند

مشیرالحق عابدی[۱]، محمد جواد ثقه الاسلامی[۲*] و سید غلامرضا موسوی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۴/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۸/۲۰

چکیده

به‌منظور مطالعه سطوح آبیاری و نیتروژن بر عملکرد رویشی و زایشی ریحان، آزمایش مزرعه‌ای در بیرجند (منطقه مود) در بهار و تابستان سال ۱۳۸۹ اجرا شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کرت اصلی به دور آبیاری با دو سطح هفت و چهارده روز و کرت فرعی به مقدار نیتروژن با چهار سطح صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (به صورت اوره) اختصاص داشت. نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح آبیاری و کود نیتروژن بر اغلب صفات مورد مطالعه ریحان تأثیر معنی‌داری داشتند. عملکرد دانه با دور آبیاری هفت روز ۳۴/۵ گرم بر مترمربع بود که نسبت به دور آبیاری ۱۴ روز حدود ۱۸/۴ درصد افزایش نشان داد. بیشترین عملکرد دانه در سطوح ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۳۶/۱ و ۲۹/۴ درصد بیشتر بود. عملکرد رویشی کل (۱۵۳/۳ گرم بر مترمربع) در مدار آبیاری یک هفته حدود ۱۴/۶ درصد نسبت به آبیاری هر دو هفته (۱۳۳/۸ گرم بر مترمربع) افزایش نشان داد. کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین زیست‌توده کل را ایجاد نمود و کمترین آن در سطوح صفر و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد. تعداد سنبله در بوته فقط تحت تأثیر کاربرد سطوح کود قرار گرفت. تیمارهای آبیاری و کود نیتروژن اثری بر وزن دانه ریحان نداشتند. با افزایش دور آبیاری از یک هفته به دو هفته عملکرد برگ ریحان از ۱۴۴/۴ به ۱۱۹ گرم در مترمربع (معادل ۲۱/۳ درصد) کاهش یافت. با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن عملکرد برگ و بخش رویشی روند افزایشی نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: تغذیه، عملکرد برگ، گیاه دارویی

مقدمه

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تاریخچهٔ طولانی مدتی از انواع کاربرد به عنوان طعم غذا، عطر و دارو دارد (Sadeghi et al., 2009). ترکیبات تشکیل دهنده اسانس ریحان عبارت‌اند از لینالول، متیل کاویکول، متیل یوگنول، سیترال، اوژنول، سینئول، ژرانیول، کامفور و متیل سینامات که در بازارهای جهانی اسانس ، عطر، دارو و صنایع غذایی مورد مبادله قرار می‌گیرد (Telci et al., 2006). بذرهای ریحان بوی خوش و طعم تلخی دارند که از آن در تهیه سوپ، سوسیس، پنیر، کیک و شیرینی استفاده می‌شود (Beher et al., 2004). از این گیاه برای معالجه برخی ناراحتی‌های قلبی و مداوای بزرگی طحال و سرماخوردگی می توان استفاده کرد. در طب سنتی از این گیاه به عنوان خلط آور، مدر، ضد نفخ، جهت تسکین درد معده، تب بر، ضد مالاریا و محرک استفاده می شود (Khalid et al., 2006; Telsi et al., 2006). به‌منظور رفع نیازهای فزاینده به داروهای گیاهی، گیاهان دارویی باید به صورت زراعی کشت شوند. کشت گیاهان دارویی باعث تولید مواد خام دارویی با کیفیت یکنواخت و خصوصیات شناخته شده می گردد. از سوی دیگر، تأمین مواد اولیه برای صنایع داروسازی نیاز به افزایش تولید محصول در واحد سطح دارد که علمی‌ترین و اقتصادی‌ترین روش دستیابی به این مهم، افزایش کارایی نهاده‌های مورد استفاده در زراعت گیاهان دارویی می-باشد (Rizzalli, et al., 2002).

کشت یک گیاه دارویی از نظر اقتصادی وقتی مقرون به صرفه است که تولید متابولیت‌های ثانویه آن به حد مطلوب رسیده باشد. با شناخت عوامل محیطی مؤثر در تولید و انتخاب ارقام گیاهی مناسب می‌توان به حداکثر مقدار محصول دست یافت (Omidbeygi, 2005). تنش آبی مهم‌ترین عامل مؤثر بر عملکرد گیاهان زراعی به‌ویژه در

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشیار و استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: mjseghat@yahoo.com)

زراعت‌های آبی واقع درمناطق خشک و نیمه‌خشک است. بهینه‌سازی مدیریت آبیاری به خاطر کمبود آب همراه با انتخاب گیاهان زراعی مناسب برای کشت از اهمیت خاصی برخوردار است (Ghanbari et al., 2007). همچنین کاربرد صحیح عناصر و مواد غذایی در طول مراحل کاشت و داشت گیاهان دارویی، نه تنها نقش اساسی در افزایش عملکرد آنها دارد، بلکه در کمیت و کیفیت مواد مؤثره محصول تولید شده نیز مؤثر است. در یک مطالعه، تنش آبی باعث کاهش معنی‌دار مادهٔ تر و خشک، مقدار مادهٔ غذایی و عملکرد اسانس در گیاه نعناع (*Mentha* sp.) شد (Misra & Strivastov, 2000). با تشدید تنش آبی، وزن تر و خشک ریحان کاهش یافت (Simon et al., 1992). حسنی و همکاران (Hassani et al., 2003) با نگهداری گلدان‌های محتوی ریحان در رطوبت‌های ۱۰۰، ۸۵، ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت زراعی، نشان دادند که با کاهش مقدار آب آبیاری، ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، وزن تر و خشک ریشه، عملکرد، میزان نسبی آب برگ و پتانسیل آب برگ کاهش و نسبت وزن خشک ریشه به شاخه، غلظت پرولین و قندهای محلول افزایش یافت. با افزایش فواصل بین نوبت‌های آبیاری (در فواصل ۷، ۱۴ یا ۲۸ روز) رشد ریحان کاهش یافت (Refaat & Saleh, 1997). با افزایش سطح تنش، مقدار اسانس، کربوهیدرات کل و پرولین بوته‌های مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.) به شدت افزایش یافت (Hendawy & Khalid, 2005). نجفی (Nadjafi, 2001) در بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر خصوصیات کیفی بذر اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) طی دوسال زراعی، رژیم-های آبیاری ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روزه را مورد مطالعه قرار داده و نتیجه گرفت که رژیم‌های مختلف آبیاری هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر روی میزان موسیلاژ بذر نداشتند، اما بیشترین مقدار تورم بذر در هر دوسال آزمایش مربوط به دور آبیاری ۱۴ روز بود. تاثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر وزن هزار دانه اسفرزه در سال اول معنی‌دار شد و بیشترین وزن هزار دانه مربوط به دور آبیاری هفت روز بود. در بررسی اثر رطوبت خاک، نیتروژن و اثر متقابل آنها بر کمیت و کیفیت اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) آزمایشی با سه سطح رطوبت خاک شامل ظرفیت مزرعه، دوسوم ظرفیت مزرعه و یک سوم ظرفیت مزرعه و چهار سطح مصرف نیتروژن شامل صفر (شاهد)، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار انجام گرفت. بر اساس نتایج حاصل، رطوبت خاک بر میزان اسانس تأثیری نداشت، در صورتی که با مصرف نیتروژن اضافی، میزان اسانس کاهش یافت (Kazemi et al., 2004). همچنین سیفولا و باربیری (Sifola & Barbieri, 2006) گزارش کردند که سطوح مختلف نیتروژن، عملکرد اسانس ریحان را افزایش داد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2006) نشان دادند که با افزایش فواصل آبیاری (۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز) ارتفاع، وزن خشک ساقه، وزن خشک کل، تعداد انشعاب های فرعی در متر مربع، تعداد چتر در متر مربع، تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور در انشعاب اصلی، تعداد کل چتر در انشعاب فرعی، تعداد چترک در چتر، وزن هزار دانه و عملکرد دانه رازیانه روند کاهشی داشت.

هدف از این تحقیق، مطالعه اثرات تنش آبی در سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد رویشی و زایشی گیاه ریحان بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه‌ای واقع در ۳۰ کیلومتری شهر بیرجند (منطقه مود) با مختصات جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۴۹۱ متر از سطح دریا در بهار و تابستان سال ۱۳۸۹ اجرا شد. متوسط سالیانه بیشترین و کمترین دمای این منطقه به‌ترتیب معادل ۲۴ و ۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین سالیانه آن ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد است. مجموع بارش سالیانه در شهر بیرجند به‌طور میانگین برابر با ۱۷۱ میلی‌متر در سال است. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کرت اصلی به دور آبیاری با دو سطح هفت و چهارده روز و کرت فرعی به مقدار نیتروژن با چهار سطح صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (به صورت اوره) اختصاص داشت.

جدول ۱- مشخصات شیمیایی و فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of soil sample

نمونه خاک Soil sample	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	نیتروژن کل (٪) N (%)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) K ($mg.kg^{-1}$)	درصد کربن آلی (٪) OC (%)
۳۰-۰ سانتی‌متر 0-30 depth	1.58	7.71	0.015	7.8	108	0.11

کود نیتروژن در دو مرحله کاشت و پس از برداشت چین اول همراه با آبیاری مصرف شد. هر کرت آزمایشی با مساحت ۵/۰۴ مترمربع (به ابعاد ۱/۸ در ۲/۸ متر) به صورت دستی کاشته شد. نمونه خاک قبل از کاشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر جهت تعیین خصوصیات فیزیکی وشیمیایی گرفته شد. نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. هدایت الکتریکی آب مورد استفاده در آبیاری ۱/۳ $dS.m^{-1}$ بود.

پس از عملیات آماده سازی زمین، کودهای فسفر (از منبع سوپر فسفات تریپل) و پتاسیم (سولفات پتاسیم) براساس نتایج تجزیه خاک به‌صورت کامل همزمان با کاشت مصرف شد. کاشت بذرها در اواخر فروردین ماه با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع انجام شد. عملیات برداشت به‌صورت دستی در دو چین (۲۵ خرداد و ۳۰ تیر) با حذف ۲۵ سانتی‌متر از حاشیه کرت‌ها انجام شد. صفاتی که در این آزمایش مورد مطالعه قرار گرفتند شامل عملکرد دانه، عملکرد برگ، عملکرد ساقه، عملکرد زیست‌توده کل (برداشت شده در انتهای فصل رشد شامل دانه + ساقه + برگ)، عملکرد زیست‌توده رویشی (برداشت شده در چین اول شامل ساقه+ برگ) وزن هزاردانه، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع بود. با توجه به برداشت دو چین محصول، اندازه‌گیری میزان عملکرد برگ و ساقه در دو مرحله و عملکرد دانه تنها در چین دوم صورت گرفت. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C در معرض تجزیه واریانس قرار گرفتند. میانگین‌های حاصل با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه میانگین قرار گرفتند.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد دانه

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح آبیاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه ریحان داشت (جدول ۲). عملکرد دانه با دور آبیاری هفت روز ۳۴/۵ گرم بر مترمربع بود که نسبت به دور آبیاری ۱۴ روز حدود ۱۸/۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). سطوح کاربرد احتمال یک درصد بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشتند به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در سطوح ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به ترتیب با مقادیر ۳۶/۷ و ۳۴/۹ گرم در مترمربع به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۳۶/۱ و ۲۹/۴ درصد بیشتر بود. کمترین میزان عملکرد دانه در تیمار شاهد (عدم کاربرد کود نیتروژن) با عملکرد ۲۵/۹۵ گرم در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۴). سیمون و همکاران (Simon et al., 1992) اظهار داشتند که با تشدید تنش آبی، وزن تر و خشک ریحان کاهش یافت. همچنین میسرا و استریواستوف (Misra & Strivastov, 2000) در مطالعه‌ای نشان دادند که تنش آبی باعث کاهش معنی‌دار مادهٔ تر و خشک، مقدار مادهٔ غذایی و عملکرد اسانس نعناع شد. یکی از اولین علائم کمبود آب، کاهش فشار آماس می باشد که باعث کاهش رشد و نمو سلول‌های ساقه و برگ‌ها می شود (Alishah et al., 2006).

جدول ۲- میانگین مربعات اثر آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ریحان

Table 2- Mean squares for the effect of irrigation and nitrogen on seed yield and yield components of basil

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی df	تعداد دانه در سنبله Seed per ear	تعداد سنبله در بوته Ear per plant	زیست‌توده کل Total biomass	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزار دانه Seed weight
تکرار Replication	2	3224.5	24.555	205.15	136.25	0.002
آبیاری A (Irrigation)	1	987.27*	0.000^{ns}	2285.40*	172.81*	0.000^{ns}
خطای اصلی Main Error	2	28.99	2.209	55.88	12.63	0.015
نیتروژن B (Nitrogen)	3	545.41*	21.764**	973.83**	129.84**	0.003^{ns}
آبیاری × نیتروژن A*B	3	144.23^{ns}	1.044^{ns}	84.19^{ns}	3.08^{ns}	0.002^{ns}
خطای فرعی Sub error	12	168.38	0.948	41.06	4.18	0.003

* و **: به‌ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد و ns عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

* and **: shows significantly different at the 5% and 1% probability levels, respectively and ns shows not significantly different.

جدول ۳ – اثر سطوح آبیاری برعملکرد و اجزای عملکرد دانه ریحان

Table 3- Effect of irrigation levels on seed yield and yield components of basil.

سطوح آبیاری Irrigation intervals	تعداد دانه در سنبله Seed per ear	تعداد سنبله در بوته Ear per plant	زیست‌توده کل Total biomass ($g.m^{-2}$)	عملکرد دانه Seed yield ($g.m^{-2}$)	وزن هزار دانه Seed weight (g)
7 days	72.5 a*	7.47 a	153.32 a	34.542 a	1.727 a
14 days	59.7 b	7.48 a	133.80 b	29.175 b	1.729 a

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون F به لحاظ آماری معنی‌دار نیستند.

*Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using F Test.

جدول ٤ – اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ریحان

Table 4- Effect of nitrogen levels on seed yield and yield components of basil

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen levels ($kg.ha^{-1}$)	تعداد دانه در سنبله Seed per ear	تعداد سنبله در بوته Ear per plant	زیست‌توده کل (گرم در متر مربع) Total of biomass ($g.m^{-2}$)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Seed yield ($g.\ m^{-2}$)	وزن هزار دانه (گرم) Seed weight (g)
0	79.0 a*	5.37 b	132.75 c	26.95 b	1.703 a
50	67.2 ab	6.37 b	133.10 c	28.93 b	1.753 a
100	61.3 b	8.80 a	150.03 b	34.88 a	1.734 a
150	57.0 b	9.33 a	158.35 a	36.67 a	1.720 a

* اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD به لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیستند.

* Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using LSD test.

با کاهش سطح برگ، گیاه آب کمتری از طریق تعرق از دست داده و بنابراین محدودیت سطح برگ یکی از مکانیسم‌های اولیه در مقابله با خشکی محسوب می‌شود (Fatima et al., 1999). علاوه بر این، با کاهش سطح برگ، جذب نور کاهش و در نتیجه ظرفیت کل فتوسنتز کاهش می‌یابد و بنابراین تولید مادهٔ خشک کاهش می‌یابد (Fatima et al., 1999; Khalid, 2006; Alishah et al., 2006).

اثر سطوح آبیاری در سطح حتمال پنج درصد و سطوح نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد زیست‌توده کل معنی‌دار بود، اما اثر متقابل تیمارها بر عملکرد زیست‌توده کل معنی‌دار نبود (جدول ۲). میزان عملکرد زیست‌توده کل (۱۵۳/۳ گرم بر مترمربع) در مدار آبیاری یک هفته حدود ۱۴/۶ درصد نسبت به آبیاری هر دو هفته (۱۳۳/۸ گرم بر مترمربع) افزایش نشان داد (جدول ۳). بیشترین زیست‌توده کل در سطح کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مشاهده شد و کمترین آن در سطح صفر به‌دست آمد (جدول ۴). بنابراین، کاربرد کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد زیست‌توده کل را به میزان ۱۹/۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. زیست‌توده بالاتر به تأمین مواد غذایی بیشتر نیاز دارد و مصرف کود سرک نیتروژن اضافی بعد از هر بار برداشت (چین)، برای بهبود رشد ضروری است (Putievsky & Galambosi, 1999).

در بین تیمارهای آزمایش فقط سطوح کاربرد کود نیتروژن بر تعداد سنبله در بوته تأثیر معنی‌داری داشت و اثر سطوح آبیاری و اثر متقابل نیتروژن در آبیاری معنی‌دار نبود (جدول ۲). تعداد سنبله در بوته در تیمارهای صفر و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن کمترین (۵/۳۷ و ۶/۳۷ سنبله در بوته) و در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین (۸/۸ و ۹/۳۳ سنبله در بوته) بود (جدول ۴)؛ به طوری که مصرف کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش تعداد سنبله در بوته به میزان ۷۳/۷ درصد نسبت به شاهد شد. احتمالا با توجه به تحریک رشد رویشی توسط کاربرد کود نیتروژن، میزان تولید شاخه جانبی در بوته افزایش یافته و در نهایت، به تولید شاخه‌های گل‌دهنده بیشتری منجر شده است. یوسف و همکاران (Youssef et al., 1998) در آزمایشی با هدف بررسی اثر نوع خاک و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر رشد، عملکرد و ترکیب شیمیایی بوته‌های ریحان از سه نوع خاک (رسی، آهکی و شنی) و چهار سطح نیتروژن (صفر، ۲، ۴ یا ۸ گرم در گلدان) استفاده نمودند. بوته‌هایی که چهار گرم نیتروژن در گلدان دریافت کردند، بالاترین ارتفاع بوته، بالاترین تعداد شاخه و تعداد گل‌آذین را در هر دو چین داشتند.

تعداد دانه در سنبله به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح آبیاری و کود نیتروژن قرار گرفت، اما اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول ۲). آبیاری با فاصله ۱۴ روز تعداد دانه در سنبله ریحان را نسبت به آبیاری به فاصله هفت روز به میزان ۲۱/۴ درصد کاهش داد و تعداد دانه در سنبله از ۷۲/۵ به ۵۹/۷ دانه کاهش یافت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد

که کمبود آب باعث عدم تشکیل و تلقیح کامل گل‌ها شده و در نهایت تأثیر منفی بر تعداد دانه در سنبله گذاشت. در مطالعه‌ای کوکولو و دورانتی (Cuocolo & Duranti, 1982) نشان دادند که میانگین عملکرد بذر ریحان در کرت‌های آبیاری شده ۹۹۳ کیلوگرم در هکتار بود؛ درحالی‌که این مقدار در مورد کرت‌های خشک، به ۲۵۱ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت.

نتایج پژوهش حاضر، نشان داد که روند تغییرات تعداد سنبله در گیاه و تعداد دانه در سنبله عکس هم بودند. با افزایش میزان کود مصرفی تعداد دانه در سنبله کاهش معنی‌داری نشان داد؛ به طوری که بیشترین تعداد دانه در سنبله در عدم مصرف کود (شاهد) و کمترین آن در تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۴). این نتایج احتمالاً حاکی از آن است که افزایش کاربرد کود باعث تحریک رشد رویشی، تعداد شاخه و سنبله در گیاه شد، ولی تلقیح و پرشدن گل‌های تشکیل شده جهت گیاه امکان‌پذیر نبوده، لذا تعداد دانه تشکیل شده در سطوح بالای نیتروژن کاهش یافت.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که هیچکدام از سطوح عامل‌ها و اثر متقابل آنها بر وزن دانه تأثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). به طور کلی، نتایج نشان داد حاصل از تیمارهای آبیاری و کود بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد تأثیر معنی‌داری داشتند و در بین اجزای عملکرد، مهمترین جزء که بخش عمده عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار داد تعداد سنبله در بوته بود.

عملکرد و اجزای عملکرد رویشی

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که عملکرد برگ ریحان به شدت تحت تأثیر سطوح آبیاری و کود قرار گرفت، ولی اثر متقابل آنها روی عملکرد برگ معنی‌دار نبود (جدول ۵). با افزایش دور آبیاری از یک هفته به دو هفته، عملکرد برگ ریحان از ۱۴۴/۴ به ۱۱۹ گرم در مترمربع کاهش یافت (جدول ۶) که این مقدار معادل ۲۱/۳ درصد کاهش بود. نتایج یک آزمایش نشان داد که با قرار گرفتن بوته‌ها در معرض تنش آبی حتی ملایم، سطح برگ و وزن خشک برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. تنش آبی ملایم و متوسط (آبیاری هر ۴۸ و ۷۲ ساعت یک‌بار) باعث کاهش ۲۲ و ۴۱ درصدی وزن خشک برگ و کاهش ۲۳–۱۵ درصدی سطح برگ ریحان شد (Simon et al., 1992). حسنی و همکاران (Hassani et al., 2003) با نگهداری گلدان‌های محتوی ریحان در رطوبت‌های ۱۰۰، ۸۵، ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت زراعی، نشان دادند که با کاهش مقدار رطوبت گلدان‌ها، ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، وزن تر و خشک ریشه، عملکرد، میزان نسبی آب برگ و پتانسیل آب برگ کاهش و نسبت وزن خشک ریشه به شاخه، غلظت پرولین و قندهای محلول افزایش یافت.

با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن عملکرد برگ روند افزایشی نشان داد. عملکرد برگ از ۱۱۵/۱ گرم در متر مربع در تیمار شاهد به ۱۵۴ گرم در مترمربع در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن افزایش یافت. اما کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروزن نسبت به شاهد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد برگ ریحان نداشت (جدول ۷). آراباسی و بایرام (Arabaci & Bayram, 2004) در تحقیقی روی ریحان گزارش کردند که بیشترین عملکرد ماده تر (۴۱۹۷/۵ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد ماده خشک (۱۰۷۸/۶ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد برگ (۶۷۱/۱ کیلوگرم در هکتار) در آرایش کاشت ۲۰×۲۰ سانتی‌متر مربع و مصرف پنجاه کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌دست آمد. از طرف دیگر نتایج مطالعه تسی و همکاران (Tesi et al., 1995) نشان داد که ریحان در شرایط گلخانه نسبت به غلظت‌های بالای کود در آب آبیاری حساس بود. در سطح نیتروژن ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار، سطح برگ در مقایسه با سطح نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، ۴۲ درصد کاهش یافت. تهامی (Tahami, 2010) نتیجه گرفت که کود شیمیایی اثر معنی‌داری بر صفات زایشی ریحان نسبت به شاهد نشان نداد در صورتی که کودهای آلی و بیولوژیک باعث افزایش معنی‌دار این صفات شدند.

تیمارهای آزمایش اعم از سطوح آبیاری، سطوح کود نیتروژن و اثر متقابل آنها بر عملکرد ساقه ریحان تأثیر معنی‌داری نداشتند (جدول - های ۵، ۶ و ۷). به نظر می‌رسد که تیمار تنش آب اثر بیشتری بر عملکرد برگ و زیست‌توده رویشی گیاه نسبت به عملکرد ساقه داشته است؛ به‌طوری‌که تنش آب باعث کاهش عملکرد برگ و عملکرد رویشی گیاه شد، ولی بر عملکرد ساقه ریحان تأثیر منفی نداشت (جدول ۶). با این وجود، سیمون و همکاران (Simon et al., 1992) مشاهده کردند که با تشدید کمبود آب (پتانسیل آب برگ ۱/۱۲– مگاپاسکال)، وزن خشک برگ و ساقه ریحان کاهش می‌یابد. اما تنش آبی ملایم (پتانسیل آب برگ ۰/۶۸– مگاپاسکال) اثر معنی‌داری بر روی سطح برگ نداشت.

عملکرد رویشی که حاصل جمع عملکرد برگ و ساقه است به شدت تحت تأثیر سطوح آبیاری و کود نیتروژن قرار گرفت، ولی اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول ۵). روند تغییرات عملکرد رویشی مشابه روند تغییرات عملکرد برگ بود. عملکرد زیست‌توده رویشی در آبیاری با فاصله هر یک هفته ۱۹۹/۶ گرم در مترمربع بود که با افزایش فاصله آبیاری به دو هفته به میزان ۱۴/۸ درصد کاهش یافت و به ۱۷۳/۹ گرم در مترمربع رسید (جدول ۶). همچنین روند افزایشی عملکرد رویشی با افزایش کاربرد کود نیتروژن مشابه با تغییرات عملکرد برگ بود. بیشترین عملکرد زیست‌توده رویشی در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین آن در تیمارهای شاهد و مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۷).

جدول ۵ – نتایج تجزیه واریانس اثر آبیاری و نیتروژن بر عملکرد رویشی ریحان

Table 5- Mean squares for the effect of irrigation and nitrogen on vegetative yield of basil

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	عملکرد برگ Leaf yield	عملکرد ساقه Stem yield	زیست‌توده کل رویشی Total vegetative biomass	نسبت برگ به ساقه Leaf/ Stem ratio
تکرار Replication	2	32.64	119.26	173.72	0.222
آبیاری A (Irrigation)	1	3883.67 **	0.37^{ns}	3960.4**	1.080^{ns}
خطای اصلی Main Error	2	27.39	88.93	21.922	0.270
نیتروژن B (Nitrogen)	3	1875.83**	15.72^{ns}	2073.9**	0.462**
آبیاری × نیتروژن A*B	3	114.66^{ns}	68.81^{ns}	237.1^{ns}	0.123^{ns}
خطای فرعی Sub error	12	69.68	9.66	83.33	0.051

**: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و ns عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

**: shows significantly different at the 1% probability level, and ns shows not significantly different.

جدول ٦ – اثر سطوح آبیاری برعملکرد و اجزای عملکرد دانه ریحان

Table 6- Effect of irrigation levels on vegetative yield of basil

سطوح آبیاری Irrigation levels	عملکرد ساقه (گرم در مترمربع) Stem yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد برگ (گرم در مترمربع) Leaf yield ($g. m^{-2}$)	زیست‌توده کل رویشی (گرم در مترمربع) Vegetative biomass ($g.m^{-2}$)	نسبت برگ به ساقه Leaf/ Stem ratio
7 days	55.17 a*	144.4 a	199.6 a	2.63 a
14 days	54.93 a	119.0 b	173.9 b	2.20 a

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون F به لحاظ آماری معنی‌دار نیستند.

*Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using F Test.

جدول ۷ – اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ریحان

Table 7- Effect of nitrogen levels on vegetative yield of basil

سطوح نیتروژن Nitrogen levels ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد ساقه (گرم در مترمربع) Stem yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد برگ (گرم در مترمربع) Leaf yield ($g.m^{-2}$)	نسبت برگ به ساقه Leaf/ Stem ratio	زیست‌توده کل رویشی (گرم در مترمربع) Vegetative biomass ($g.m^{-2}$)
0	55.17 a*	115.1 c	2.12 b	170.3 c
50	54.32 a	120.1 c	2.25 b	174.4 c
100	53.47 a	137.6 b	2.60 a	191.0 b
150	57.25 a	154.0 a	2.70 a	211.2 a

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD به لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیستند.

* Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using LSD test.

حسنی و همکاران (Hassani et al., 2003) گزارش کردند که با کاهش مقدار رطوبت گلدان‌ها، ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی کاهش یافت. همچنین رفئت و صالح (Refaat & Saleh, 1997) اظهار داشتند که با افزایش فاصله بین نوبت‌های آبیاری (در فواصل ۷، ۱۴ یا ۲۸ روز) رشد ریحان کاهش یافت.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج نشان داد اگرچه افزایش فاصله آبیاری تا ۱۴ روز سبب کاهش عملکرد شد، اما با توجه به این‌که در این تیمار نیز ریحان از رشد نسبتاً خوبی برخوردار بود می‌توان گفت این گیاه تا حدودی مقاوم به خشکی است. عدم وجود اثر متقابل معنی‌دار بین دور آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و سایر ویژگی‌ها می‌تواند ناشی از کمبود

شدید نیتروژن خاک و همچنین سازگاری ریحان به خشکی در این آزمایش باشد. بر اساس نتایج حاصل از آزمایش، دور آبیاری و میزان مصرف نیتروژن اثرات معنی‌داری بر اغلب صفات رویشی و زایشی ریحان داشتند. با توجه به این که بیشترین درصد اسانس ریحان در برگ‌ها وجود دارد (Gang et al. 2001)، لذا به جهت افزایش معنی‌دار عملکرد برگ در دور آبیاری هفت روز به نظر می‌رسد این تیمار برتری کاملی نسبت به سطح دیگر آبیاری دارد.

منابع

1. Alishah, H.M., Heidari, R., Hassani, A., and Dizaji, A. 2006. Effect of water stress on some morphological and biochemical characteristics of purple Basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Biological Sciences 6(4): 763-767.
2. Arabaci, D., and Bayram, E. 2004. The Effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of *Ocimum basilicum* L. (basil). Journal of Agronomy 3(4): 255-62.
3. Baher, Z.F., Mirza, M., Ghorbanil, M., and Rezaii, M.Z. 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. Flavor and Fragrance Journal 17: 275-277.
4. Cuocolo, L., and Duranti, A. 1982. The effects of irrigation and nitrogen fertilizing on the seed yield of basil, cv. Fino Genovese. Rivista di Agronomia 16(2): 117-122.
5. Fatima, S., Farooqi, A.H.A., Ansari, S.R., and Sharma, S. 1999. Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon marlini* (palmarosa) cultivars. Journal Essential Oil Research 11: 491-496.
6. Gang, D.R., Wang, J., Dudareva, N., Nam, K.H., Simon, J.E., and Pishersky, E. 2001. Investigation of the storage and biosynthesis of phenyl propones in sweet basil. Plant Physiology 125: 539-555
7. Ghanbari, F., Nadjafi, S., Shabahang, S., and Ghanbari, A. 2007. Effects of irrigation regimes and row arrangement on yield, yield components and seed quality of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Asian Journal of Plant Science 6:1072-1079.
8. Hassani, A., Omidbeygi, R., and Heydari Sharifabad, H. 2003. Influence of different soil moisture levels on growth, yield and metabolites of Basil. Journal of Water and Soil Science 17:218-227. (In Persian)
9. Hendawy, S.F., and Khalid, K.A. 2005. Response of sage (*Salvia officinalis* L.) plants to zinc application under different salinity levels. Journal of Applied Science Research 1(2): 147-155.
10. Kazemi. S., Farahi Asstiani, S., and Sharifi Ashorabadi, A. 2004. Effect of different levels nitrogen fertilizer on seed yield components of *Cuminum ciminum* L., Proceeding of 8th Iranian Congress of Crop Sciences. (In Persian)
11. Khalid, A.K., Hendawy, S.F., and Swafey Hend, E. 2006. *Ocimum basilicom* L. production under organic farming. Research Journal of Agricultural and Biological Sciences 2: 25-32.
12. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Azizi, G. 2006. The effect of different irrigation intervals and plant densities on yield and yield components of two fennel (*Foenicolum vulgare* L.) landraces. Iranian Journal of Field Crops Research 4:131-140. (In Persian with English Summary)
13. Misra, A., and Srivastava, N.K. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of herbs, spices and medicinal plants 7(1): 51-58.
14. Nadjafi, F. 2001. The effect of different irrigation regimes and plant density on quantity and quality of *Plantago ovata* MSc Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
15. Omidbeygi, R. 2005. Production and Processing of Medicinal Plants. Vol.I. Behnashr Press. Mashhad, Iran. ISBN 9789640208274. (In Persian)
16. Putievsky, E., and Galambosi, B. 1999. Basil (The Genus *Ocimum*). Medicinal and Aromatic plants- Industrial Profiles. Harwood Academic Press p. 39-41.
17. Rafaat, A.M., and Saleh, M.M. 1997. The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet basil plants. Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo 48: 515-527.
18. Rizzalli, R.H., Villalobos, F.J., and Orgaz, F. 2002. Radiation interception, radiation-use efficiency and dry matter partitioning in garlic (*Allium sativum* L.). European Journal of Agronomy 18: 33-43.
19. Sadeghi, S., Rahnavard, A., and Ashrafi, Z.Y. 2009. The effect of plant-density and sowing-date on yield of basil (*Ocimum basilicum* L.) In Iran. Journal of Agricultural Technology 5(2): 413-422.
20. Sifola, M.I., and Barbieri, G. 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. Scientia Horticulturae 108:408-413.
21. Simon, J.E., Reiss, B.D., Joly, R.J., and Charles, D.J. 1992. Water stress induced alternations in essential oil content of sweet basil. Journal of Essential Oil Research 1: 71-75.
22. Tahami, M.K. 2010. Evaluation of the effects of organic, biological and chemical fertilizers on yield, yield components and essential oil of basil (*Ocimum basilicom* L.). MSc Thesis in Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
23. Telci, I., Bayram, E., Yilmaz, G., and Avci, B. 2006. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). Biological Systematics and Ecology 34: 489-497.
24. Tesi, R., Chisci, G., Nencini, A., Tallarico, R., and Svoboda, K.P. 1995. Growth response to fertilization of sweet

basil (*Ocimum basilicum* L.). Acta Horticulturae 390: 93-96.
25. Youssef, A.A., Talaat, I.M., and Omer, E.A. 1998. Physiological response of basil green ruffles (*Ocimum basilicum* L.) to nitrogen fertilization in different soil types. Egyptian Journal of Horticulture 25(2): 253-269.