

## تأثیر تنش کم آبی و کود نیتروژن بر عملکرد و بازده مصرف آب در گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)

سید غلامرضا موسوی<sup>۱\*</sup>، محمدجواد ثقه الاسلامی<sup>۲</sup>، الهام انصاری نیا<sup>۳</sup> و حامد جوادی<sup>۴</sup>

۱- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند، پست الکترونیک: s\_reza1350@yahoo.com

۲- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند

۳- عضو باشگاه پژوهشگران جوان و دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند

۴- مربی، دانشگاه پیام نور قاین

تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۰

تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۸۹

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش کم آبی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و بازده مصرف آب در گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند در سال ۱۳۸۸ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. در این تحقیق دور آبیاری در سه سطح (آبیاری پس از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر جمعی از تشتک تبخیر) به عنوان فاکتور اصلی و مقادیر نیتروژن در چهار سطح (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به عنوان فاکتور فرعی مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر دور آبیاری بر عملکرد دانه و اجزای آن، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، بازده مصرف آب برای تولید دانه و بیوماس و تعداد و عملکرد خشک گل در سطح ۱٪ معنی دار بود. با افزایش دور آبیاری از ۶۰ به ۱۸۰ میلی متر تبخیر جمعی از تشتک تبخیر، تعداد دانه در طبق، تعداد طبق در متر مربع، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، تعداد و عملکرد خشک گل در واحد سطح به ترتیب ۲۶/۶، ۴۹/۵، ۳۹/۶، ۷۹/۳، ۶۵/۶ و ۷۲ درصد کاهش یافت. بیشترین عملکرد بیولوژیک و وزن طبق بذری نیز مربوط به دور آبیاری ۶۰ میلی متر تبخیر جمعی بود، ولی بیشترین بازده مصرف آب در دور آبیاری پس از ۱۲۰ میلی متر تبخیر جمعی بدست آمد. همچنین نتایج نشان داد که اثر مقدار کود نیتروژن مصرفی بر تمامی صفات بجز شاخص برداشت و تعداد طبق در متر مربع در سطح ۱٪ معنی دار بود، به طوری که افزایش مقدار کود مصرفی نیتروژن باعث افزایش معنی دار صفات گردید. اثر متقابل دور آبیاری و کود نیتروژن صفات مورد مطالعه را تحت تأثیر قرار نداد. به طور کلی، براساس نتایج این تحقیق و با در نظر گرفتن بازده مصرف آب، تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای دستیابی به عملکرد دانه قابل قبول در شرایط این آزمایش پیشنهاد می شود.

واژه‌های کلیدی: همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)، کم آبی، نیتروژن، عملکرد، بازده مصرف آب.

## مقدمه

در آب و هوای مدیترانه‌ای خشک و نیمه‌خشک، تنش خشکی به مقدار زیادی فتوسنتز، رشد و بقای گیاهان را در طی دوره رشد تحت تأثیر قرار می‌دهد (Hasse *et al.*, 2000). در این شرایط کمبود رطوبت خاک و درجه حرارت بالای هوا عوامل اصلی محدود کننده تولید می‌باشند (Papanastasis *et al.*, 1997; Medrano *et al.*, 1998). به همین علت یکی از عوامل تداوم کشاورزی در این مناطق استفاده صحیح از منابع آبی موجود است.

همیشه‌بهار با نام علمی *Calendula officinalis* L. گیاهی علفی و یک‌ساله از تیره کاسنی با طول دوره رویش ۲۰۰ تا ۲۱۰ روز است (امیدبیگی، ۱۳۸۴). این گیاه دارای مواد مؤثره ارزشمندی است که باعث شده در صنایع داروسازی و آرایشی - بهداشتی اهمیت ویژه‌ای داشته باشد. اخیراً فعالیت‌هایی در زمینه مطرح شدن همیشه‌بهار به‌عنوان یک گیاه روغنی جدید در اروپا در حال انجام است. این امر به جهت کاربرد روغن دانه این گیاه در تهیه آبرنگ و پلاستیک است (ADAS, 2002).

Rahmani و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تأثیر دور آبیاری شامل آبیاری پس از ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و سطوح نیتروژن شامل صفر، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در همیشه‌بهار اظهار داشتند که اثر دور آبیاری و نیتروژن بر عملکرد گل و دانه، وزن هزاردانه و تعداد دانه در طبق در سطح ۱٪ معنی دار بود. براساس نتایج این تحقیق بیشترین عملکرد دانه، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه به‌ترتیب با میانگین ۳۰۴۴ کیلوگرم در هکتار، ۳۱ دانه و ۱۵/۱۸ گرم از دور آبیاری ۴۰ میلی‌متر تبخیر و بیشترین عملکرد دانه و تعداد دانه در طبق به‌ترتیب با میانگین ۱۹۹۸/۴ کیلوگرم در هکتار و

۲۹/۲۵ عدد دانه از کاربرد ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد.

نتایج حاصل از بررسی زهتاب سلماسی (۱۳۸۰) در مورد اثر اکوفیزیولوژیک آبیاری بر رشد و عملکرد انیسون نیز نشان داد که با کاهش عرضه آب قابل استفاده، بیوماس، عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت انیسون به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مقدار آب آبیاری قرار گرفت.

Arganosa و همکاران (۱۹۹۸) بیشترین عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزاردانه را در همیشه‌بهار از کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آوردند. در بررسی تأثیر کاربرد سه سطح ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گشنیز، نتیجه‌گیری گردید که نیتروژن در افزایش عملکرد دانه، تعداد چتر در بوته، تعداد میوه در چتر و وزن هزاردانه اثر معنی‌داری داشته است و از لحاظ عملکرد بذر و تعداد چتر در بوته، تیمار کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و از لحاظ تعداد بذر در چتر و وزن هزاردانه، تیمار کاربرد ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بالاترین مقدار را دارا بودند (محمدبیگی و همکاران، ۱۳۸۵).

Krishnamurthy و Hunsigi (۱۹۹۸) طی یک آزمایش در مورد واریته‌های چای ترش گزارش کردند که اگر مقادیر مصرفی نیتروژن صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار باشد، افزایش بیوماس متناسب با نیتروژن مصرفی است. محققان در بررسی سطوح مختلف نیتروژن روی بادرنجبویه و مرزه دریافتند که بیشترین عملکرد بیولوژیک از کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بدست می‌آید (عباس‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶)؛ علیزاده سهزایی و همکاران، (۱۳۸۶). این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح

مختلف آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه همیشه بهار در بیرجند انجام شد.

### مواد و روشها

این آزمایش در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند واقع در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴۷۰ متر از سطح دریا اجرا شد. بافت خاک مزرعه آزمایشی لومی، pH آن برابر ۸/۳، هدایت الکتریکی ۴/۳۳ میلی موس بر سانتی متر و میزان کربن آلی در عمق ۰-۳۰ سانتی متر خاک ۰/۲۹٪ بود. میانگین بلندمدت حداقل و حداکثر دما در بیرجند به ترتیب ۴/۶ و ۲۷/۵ درجه سانتی گراد، میانگین بارندگی سالیانه ۱۶۹ میلی متر و میانگین حداقل و حداکثر رطوبت نسبی به ترتیب ۲۳/۵٪ و ۵۹/۶٪ است و اقلیم منطقه بیابانی گرم و خشک می باشد.

این آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در سه تکرار انجام شد که در آن آبیاری در سه سطح (آبیاری پس از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر جمعی از تشتک تبخیر کلاس A) به عنوان فاکتور اصلی و کود نیتروژن در چهار سطح (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره) به عنوان فاکتور فرعی مورد مطالعه قرار گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به فاصله ۵۰ سانتی متر از یکدیگر و به طول ۶ متر بود. برای جلوگیری از نفوذ آب فاصله بین دو کرت اصلی مجاور و نیز فاصله بین دو تکرار مجاور از هم ۲ متر در نظر گرفته شد. آبیاری با کمک سیستم تحت فشار و با استفاده از شیلنگ و کنتور در هر کرت آزمایشی انجام

گردید. لازم به تذکر این مطلب است که حجم آب داده شده در کل دوره رشد در تیمارهای آبیاری پس از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر جمعی از تشتک به ترتیب ۱۳۰۰۰، ۷۳۰۰ و ۴۳۵۰ مترمکعب در هکتار بود و اعمال تنش پس از استقرار گیاه (مرحله ۴ تا ۵ برگه شدن) انجام شد. کود نیتروژن نیز در دو نوبت (نیمی پس از عملیات تنک و نیم دیگر در اواسط دوره رشد قبل از شروع گلدهی) به کرت های آزمایشی داده شد.

زمین سال قبل آیش بود و عملیات آماده سازی بستر کاشت در اواسط فروردین ماه با انجام عملیات شخم و دو دیسک عمود بر هم انجام گردید و قبل از دیسک نهایی مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به خاک اضافه شد. بذرها قبل از کاشت با قارچ کش کاربوکسی تیرام دو در هزار ضد عفونی شد و در ۲۹ فروردین در عمق حدود ۲/۵ سانتی متر خاک گشت گردید. گیاهان سبز شده روی ردیف در مرحله ظهور چهارمین برگ با فاصله حدود ۱۵ سانتی متر تنک شدند.

در این آزمایش صفات کمی شامل تعداد طبق در متر مربع، تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن تک طبق، بازده مصرف آب برای تولید دانه و بیوماس و تعداد گل در متر مربع و عملکرد خشک گل مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور از دو خط میانی هر کرت آزمایشی با رعایت اثر حاشیه ای و با توجه به عدم همزمانی در رسیدن طبق ها طی ۴ نوبت، طبق های رسیده از مساحت ۳ متر مربع برداشت و شمارش گردید تا عملکرد دانه که مجموع وزن دانه برداشت شده در مراحل مختلف است و تعداد طبق در متر مربع بدست آید. همچنین برای بدست آوردن صفات تعداد گل

از نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

### نتایج

#### اجزای عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف آبیاری بر اجزای عملکرد دانه همیشه بهار در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها حکایت از تأثیر منفی تنش کم آبی بر این صفات دارد، به طوری که با افزایش دور آبیاری از ۶۰ به ۱۸۰ میلی متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر، تعداد دانه در طبق، تعداد طبق در متر مربع و وزن هزاردانه به ترتیب ۲۶/۶، ۵۳/۶ و ۳۹/۶ درصد کاهش یافت (جدول ۲).

بر اساس نتایج این تحقیق صفات تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه در سطح ۱٪ تحت تأثیر مقدار مصرف کود نیتروژن قرار گرفت، اما این فاکتور تأثیر معنی داری بر تعداد طبق در متر مربع نداشت. همچنین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر اجزای عملکرد دانه معنی دار نبود (جدول ۱).

در متر مربع و عملکرد خشک گل طی ۲۰ نوبت گله‌ها از دو خط ۲ و ۵ با رعایت اثر حاشیه‌ای از مساحت ۳ متر مربع برداشت و شمارش گردید و سپس در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. برای تعیین وزن هزاردانه نیز، بذره‌های یک توده به‌طور تصادفی از بذره‌های بوجاری شده جدا شد و پس از شمارش ۱۰۰۰ بذر با دستگاه بذرشمار وزن آن با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین شد. با توجه به عملکرد دانه، تعداد طبق در متر مربع و وزن هزاردانه، تعداد دانه در طبق و وزن تک طبق نیز محاسبه گردید و از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک و ضرب آن در عدد ۱۰۰ شاخص برداشت دانه بدست آمد. همچنین از تقسیم عملکرد دانه بر آب مصرف شده و نیز تقسیم عملکرد بیولوژیک (بیوماس) بر آب مصرف شده، به ترتیب بازده مصرف آب برای تولید دانه و بیوماس بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب محاسبه گردید. در پایان تجزیه اطلاعات جمع‌آوری شده برای هر یک از صفات با استفاده

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر سطوح آبیاری و نیتروژن بر عملکرد دانه، اجزای آن

#### و عملکرد بیولوژیک همیشه بهار

میانگین مربعات				تعداد دانه در طبق	تعداد طبق در متر مربع	درجه آزادی	منابع تغییرات
وزن	عملکرد بیولوژیک	عملکرد بذر	وزن هزاردانه				
۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۳۱۰۱۵۵۷/۲ <sup>ns</sup>	۴۸۰۴۸۰/۳۶ <sup>ns</sup>	۰/۲۸۲ <sup>ns</sup>	۵۵۶۰۱/۱۴ <sup>ns</sup>	۳۳/۳۹۵ <sup>ns</sup>	۲	تکرار
۰/۱۹۱ <sup>**</sup>	۹۸۰۷۰۶۶۴/۷ <sup>**</sup>	۱۵۶۴۶۲۱۶/۲ <sup>**</sup>	۱۰۲/۷۰۳ <sup>**</sup>	۳۸۲۳۵۵/۵۱ <sup>**</sup>	۲۲۷/۶۱۹ <sup>**</sup>	۲	آبیاری
۰/۰۰۳	۸۶۸۱۷۷/۵۷	۱۲۸۹۱۸/۱۷	۱/۰۲۲	۱۴۹۶۴/۹۲	۷/۹۰۹	۴	خطای a
۰/۰۰۳ <sup>**</sup>	۳۰۳۳۱۱۱/۱۴ <sup>**</sup>	۵۱۰۵۱۸/۱۵ <sup>**</sup>	۲/۸۴۳ <sup>**</sup>	۹۲۷۲/۹۴ <sup>ns</sup>	۴/۸۲۳ <sup>**</sup>	۳	نیتروژن
۰/۰۰۰۱ <sup>ns</sup>	۵۶۴۲۷۶/۵۳ <sup>ns</sup>	۹۳۴۱۷/۸۷ <sup>ns</sup>	۰/۱۱ <sup>ns</sup>	۴۳۹۵/۸۱ <sup>ns</sup>	۰/۶ <sup>ns</sup>	۶	آبیاری × نیتروژن
۰/۰۰۰۱	۳۵۵۰۸۱/۸۹	۵۵۴۳۶/۷۷	۰/۱۳۵	۴۶۷۸/۵۶	۰/۴۹۱	۱۸	خطای b
۵/۹۲	۱۲/۹۷	۱۲/۹۴	۳/۰۷	۱۳/۹۴	۲/۴۷		ضریب تغییرات (%)

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده نشد و به‌رغم کاهش تعداد طبق در متر مربع با کاهش مقدار مصرف کود نیتروژن، مقایسه میانگین‌ها بیانگر عدم تفاوت معنی دار سطوح نیتروژن در مورد این صفت است (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها در سطوح مختلف نیتروژن نشان داد که هر چند با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین تعداد دانه در طبق با میانگین ۲۹/۱۱ عدد حاصل می‌شود، اما از لحاظ آماری تفاوتی بین مصرف ۱۲۰ و ۱۸۰

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه، اجزای آن و عملکرد بیولوژیک همیشه‌بهار تحت تأثیر

اثرهای ساده و متقابل آبیاری و نیتروژن

تیمار	تعداد دانه در طبق	تعداد طبق در متر مربع	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	وزن تک طبق (گرم)
آبیاری (میلی‌متر تبخیر تجمعی)						
۱۸۰	۲۳/۵۳b	۲۸۶/۴۶b	۸/۹۰c	۵۸۹/۰۶c	۱۵۳۱/۳۰c	۰/۲۱۰c
۱۲۰	۲۹/۳۴a	۵۶۷/۶۷a	۱۲/۲۴b	۲۰۲۴/۱۷b	۵۰۶۵/۸۸b	۰/۳۵۸b
۶۰	۳۲/۰۶a	۶۱۷/۵۴a	۱۴/۷۳a	۲۸۴۵/۰۹a	۷۱۹۰/۵۹a	۰/۴۶۱a
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)						
صفر	۲۷/۵۳b	۴۵۰/۹۱a	۱۱/۴۹b	۱۵۷۳/۳۴b	۳۹۹۷/۱۳b	۰/۳۲۴b
۶۰	۲۷/۸۸b	۴۷۹/۱۲a	۱۱/۴۸b	۱۶۶۰/۳۵b	۴۲۱۰/۴۶b	۰/۳۲۸b
۱۲۰	۲۸/۷۲a	۵۰۹/۶۵a	۱۲/۲۷a	۱۹۸۸/۸۷a	۴۹۸۹/۲۲a	۰/۳۵۸a
۱۸۰	۲۹/۱۱a	۵۲۲/۵۵a	۱۲/۵۹a	۲۰۵۵/۲۱a	۵۱۸۶/۸۸a	۰/۳۶۲a
آبیاری × نیتروژن						
۱۸۰	۲۲/۵۶c	۲۷۱/۹۳a	۸/۴۶f	۵۱۰/۳۳e	۱۳۳۰/۵۹e	۰/۱۹۴d
۶۰	۲۳/۲۶c	۳۱۲/۲۵a	۸/۴۹f	۵۹۶/۷۰e	۱۵۵۸/۰۸e	۰/۱۹۸d
۱۲۰	۲۳/۹۷c	۲۹۳/۵۱a	۹/۰۲ef	۶۳۱/۰۱e	۱۶۲۶/۸۰e	۰/۲۱۴d
۱۸۰	۲۴/۳۳c	۲۶۸/۱۷a	۹/۶۳e	۶۱۸/۲۲e	۱۶۰۹/۷۲e	۰/۲۳۴d
۱۲۰	۲۸/۳۴b	۵۲۰/۷۵b	۱۱/۷۵d	۱۶۹۹/۵۲d	۴۲۴۸/۷۴d	۰/۳۲۹c
۶۰	۲۸/۵۰b	۵۵۳/۴۸ab	۱۱/۹۴d	۱۸۴۹/۰۸cd	۴۶۶۱/۸۳cd	۰/۳۴۰bc
۱۲۰	۲۹/۷۸ab	۵۹۵/۹۰ab	۱۲/۶۳d	۲۲۳۰/۰۴bc	۵۵۷۲/۶۸bc	۰/۳۷۵bc
۱۸۰	۳۰/۷۳ab	۶۰۰/۵۵ab	۱۲/۶۶d	۲۳۱۸/۰۵bc	۵۷۸۰/۲۵bc	۰/۳۸۸b
۶۰	۳۱/۶۸a	۵۶۰/۰۵ab	۱۴/۲۵bc	۲۵۱۰/۱۶b	۶۴۱۲/۰۷b	۰/۴۴۹a
۱۲۰	۳۱/۸۷a	۵۷۱/۶۴ab	۱۴/۰۲c	۲۵۳۵/۲۷b	۶۴۱۱/۴۸b	۰/۴۴۵a
۱۲۰	۳۲/۴۰a	۶۳۹/۵۳ab	۱۵/۱۵ab	۳۱۰۵/۵۷a	۷۷۶۸/۱۶a	۰/۴۸۵a
۱۸۰	۳۲/۲۷a	۶۹۸/۹۵a	۱۵/۴۹a	۳۲۲۹/۳۶a	۸۱۷۰/۶۶a	۰/۴۶۴a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

به سایر سطوح آبیاری برخوردار بود (جدول ۲). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بیشترین وزن طبق به‌طور مشترک از تیمارهای ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل گردید و تیمار شاهد و کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار پس از آنها در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲).

### عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر هر دو فاکتور دور آبیاری و مقدار نیتروژن مصرفی قرار گرفت، اما اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر این صفت معنی دار نبود (جدول ۱). بیشترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۷۱۹۰/۵۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به دور آبیاری ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی بود (جدول ۲) که از برتری ۴/۷ برابری نسبت به دور آبیاری ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی برخوردار بود. همچنین با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد بیولوژیک ۲۹/۸٪ افزایش یافت.

### شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف آبیاری بر شاخص برداشت در سطح ۱٪ معنی دار بود، اما سطوح مختلف نیتروژن و اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر این صفت معنی دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها حکایت از آن دارد که بیشترین شاخص برداشت بذر همیشه‌بهار به میزان ۳۹/۹۹٪ مربوط به تیمار دور آبیاری ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی می‌باشد که البته با دور آبیاری ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

با افزایش مصرف نیتروژن وزن هزاردانه افزایش یافت. به‌طوری که کاربرد مقادیر ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار وزن هزاردانه را نسبت به تیمار عدم کاربرد نیتروژن به ترتیب ۶/۸ و ۹/۶ درصد افزایش داد. از نظر وزن هزاردانه تفاوت معنی‌داری بین تیمار عدم کاربرد کود نیتروژن و تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده نشد (جدول ۲).

### عملکرد دانه

اثر دور آبیاری و مقادیر نیتروژن بر عملکرد دانه معنی‌داری بود، اما اثر متقابل آبیاری و نیتروژن این صفت را تحت تأثیر قرار نداد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۲۸۴۵/۰۹ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبی مطلوب (پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی) بدست آمد که به‌طور معنی‌داری بیش از سایر سطوح آبیاری بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه در سطوح مختلف نیتروژن نشان داد که بیشترین عملکرد دانه به‌طور مشترک از تیمارهای مصرف ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین‌های به‌ترتیب ۱۹۸۸/۱۷ و ۲۰۵۵/۲۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و تیمارهای ۶۰ و صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار پس از آنها به‌طور مشترک در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲).

### وزن تک طبق بذری

تأثیر دور آبیاری و مقدار نیتروژن مصرفی بر وزن تک طبق بذری در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، اما اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). تیمار دور آبیاری ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی با تولید طبق بذری با میانگین ۰/۴۱۶ گرم از برتری معنی‌داری نسبت

## بازده مصرف آب دانه و بیوماس

اثر سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن بر بازده مصرف آب بیوماس و دانه در گیاه همیشه بهار در سطح ۱٪ (جدول ۳). با افزایش تنش کم آبی و تأخیر در آبیاری از ۶۰ به ۱۲۰ میلی متر تبخیر تجمعی، بازده مصرف آب برای تولید ماده خشک کل از ۰/۵۳۳ به ۰/۶۹۴ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یافت، اما اعمال تنش کم آبی شدید باعث کاهش معنی دار این صفت شد (جدول ۴)، به طوری

که مقدار آن را نسبت به سطوح آبیاری ۶۰ و ۱۲۰ میلی متر تبخیر تجمعی به ترتیب ۳۶/۳ و ۴۹/۲ درصد کاهش داد. هرچند با افزایش کاربرد نیتروژن از صفر و ۶۰ به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، بازده مصرف آب بیوماس به طور معنی داری افزایش پیدا کرد، اما تفاوت بین دو تیمار کاربرد ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای این صفت معنی دار نبود (جدول ۴).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر سطوح آبیاری و نیتروژن بر شاخص برداشت، بازده مصرف آب،

## تعداد و عملکرد گل در همیشه بهار

میانگین مربعات		شاخص برداشت بذر			درجه آزادی	منابع تغییرات
عملکرد خشک گل	تعداد گل در متر مربع	بازده مصرف آب بیوماس	بازده مصرف آب بذر	شاخص برداشت بذر		
۲۰۷۴۷۴/۳۵ <sup>ns</sup>	۱۰۱۹۶۳/۱۴*	۰/۰۴۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۶۰۱ <sup>ns</sup>	۲	تکرار
۳۳۵۳۸۴۵/۰**	۱۳۹۶۱۱**	۰/۳۵۵**	۰/۰۶۱**	۷/۵۸۶**	۲	آبیاری
۲۶۰۲۳/۵۹	۱۲۵۴۵/۸۲	۰/۰۱۶	۰/۰۰۲	۰/۲۸	۴	خطای a
۱۷۳۴۹۸/۰۹**	۶۸۴۱۵/۴۸**	۰/۰۳۸**	۰/۰۰۶**	۰/۲۶۷ <sup>ns</sup>	۳	نیتروژن
۳۴۰۲۴/۲۶ <sup>ns</sup>	۱۲۸۹۱/۴۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۱۳۴ <sup>ns</sup>	۶	آبیاری × نیتروژن
۱۴۰۲۷/۱۹	۵۲۹۱/۸۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۱۴	۱۸	خطای b
۱۱/۹۹	۱۱/۱۳	۱۰/۵۹	۱۰/۶۶	۰/۹۵		ضریب تغییرات (%)

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

پژوهش حکایت از آن دارد که افزایش مصرف کود نیتروژن، مقدار بذر تولیدی به ازای هر متر مکعب آب مصرفی را به طور معنی داری افزایش داده است، به طوری که کاربرد مقادیر ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بازده مصرف آب برای تولید دانه را نسبت به تیمار عدم کاربرد نیتروژن به ترتیب ۷/۷، ۲۷/۱ و ۳۰/۴ درصد افزایش داد (جدول ۴).

مقایسه میانگین های بازده مصرف آب دانه نشان داد که سطوح آبیاری در این صفت در گروه های آماری متفاوت قرار دارند و بیشترین بازده مصرف آب برای تولید دانه با میانگین ۰/۲۷۷ کیلوگرم بر متر مکعب مربوط به سطح آبیاری ۱۲۰ میلی متر تبخیر تجمعی بود که نسبت به سطوح آبیاری ۶۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر تجمعی به ترتیب ۲۶/۵٪ و ۱۰۵/۲ برتری داشت (جدول ۴). نتایج این

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های شاخص برداشت، بازده مصرف آب، تعداد و عملکرد گل در همیشه‌بهار

تحت تأثیر اثرهای ساده و متقابل آبیاری و نیتروژن

تیمار	شاخص برداشت بذر (درصد)	بازده مصرف آب بذر (کیلوگرم بر متر مکعب)	بازده مصرف آب بیوماس (کیلوگرم بر متر مکعب)	تعداد گل در متر مربع	عملکرد خشک گل (کیلوگرم در هکتار)
آبیاری (میلی متر تبخیر تجمعی)					
۱۸۰	۳۸/۴۵b	۰/۱۳۵c	۰/۳۵۲b	۳۰۲/۱۷b	۳۹۱/۳۴c
۱۲۰	۳۹/۹۹a	۰/۲۷۷a	۰/۶۹۴a	۷۷۹/۹۱a	۱۱۷۲/۲۶b
۶۰	۳۹/۵۶a	۰/۲۱۹b	۰/۵۵۳a	۸۷۸/۲۷a	۱۳۹۹/۱۲a
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)					
صفر	۳۹/۱۷a	۰/۱۸۱b	۰/۴۶۰b	۵۶۲/۲۹b	۸۵۰/۴۰b
۶۰	۳۹/۲۳a	۰/۱۹۵b	۰/۴۹۷b	۶۰۰/۹۸b	۸۹۷/۳۰b
۱۲۰	۳۹/۵۶a	۰/۲۳۰a	۰/۵۷۸a	۶۹۸/۵۴a	۱۰۵۱/۳۱a
۱۸۰	۳۹/۳۸a	۰/۲۳۶a	۰/۵۹۷a	۷۵۱/۹۸a	۱۱۵۱/۳۰a
آبیاری × نیتروژن					
۱۸۰	۳۸/۴۰cd	۰/۱۱۷e	۰/۳۰۶e	۲۶۵/۹۸f	۳۴۰/۶۷e
۶۰	۳۸/۲۷d	۰/۱۳۷de	۰/۳۵۸de	۳۱۰/۶۲f	۴۰۳/۱۵e
۱۲۰	۳۸/۶۷cd	۰/۱۴۵de	۰/۳۷۴de	۳۲۷/۵۹f	۴۲۰/۳۷e
۱۸۰	۳۸/۴۷cd	۰/۱۴۲de	۰/۳۷۰de	۳۰۴/۵۰f	۴۰۱/۱۷e
۱۲۰	۴۰/۰۱a	۰/۲۳۳c	۰/۵۸۲c	۶۴۹/۶۸e	۹۷۶/۵۹d
۶۰	۳۹/۸۳ab	۰/۲۵۳abc	۰/۶۳۹bc	۷۱۵/۶۸de	۱۰۵۷/۶۰cd
۱۲۰	۴۰/۰۲a	۰/۳۰۵ab	۰/۷۶۳ab	۸۳۸/۴۳bcd	۱۲۶۹/۱۲bc
۱۸۰	۴۰/۱۳a	۰/۳۱۸a	۰/۷۹۲a	۹۱۵/۸۴abc	۱۳۸۵/۷۳b
۶۰	۳۹/۱۰bc	۰/۱۹۳cd	۰/۴۹۳cd	۷۷۱/۲۱cde	۱۲۳۳/۹۴bc
۶۰	۳۹/۶۱ab	۰/۱۹۵cd	۰/۴۹۳cd	۷۷۶/۶۵cde	۱۲۳۱/۱۵bc
۱۲۰	۴۰/۰۱a	۰/۲۳۹bc	۰/۵۹۸c	۹۲۹/۶۰ab	۱۴۶۴/۴۱ab
۱۸۰	۳۹/۵۳ab	۰/۲۴۸bc	۰/۶۲۹bc	۱۰۳۵/۶۱a	۱۶۶۶/۹۹a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ هستند.

#### تعداد و عملکرد گل در واحد سطح

در سطح ۰/۱ معنی‌دار بود، اما اثر متقابل آبیاری و کود

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری و کود

نیتروژن بر این صفات معنی‌دار نبود (جدول ۳).

نیتروژن بر تعداد گل در متر مربع و عملکرد خشک گل



وقتی که گیاه در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد، برای این که از اثرهای تنش فرار کند اقدام به کوتاه کردن چرخه زندگی خود می‌کند، بنابراین به دلیل کوتاهتر شدن طول دوره پر شدن دانه و تأثیر منفی تنش کم آبی بر فتوسنتز جاری در نهایت مواد منتقل شده به دانه کاهش و وزن هزاردانه کم می‌شود. همچنین کاهش وزن هزاردانه در شرایط تنش کم آبی را می‌توان به کمتر بودن کربوهیدراتهای ذخیره‌ای قبل از مرحله گرده‌افشانی در اندامهای رویشی و کاهش دوام سطح برگ که در نتیجه دوره پر شدن دانه‌ها را کوتاه می‌نماید، نسبت داد.

با افزایش کم آبیاری، کاهش تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه در همیشه‌بهار (Rahmani *et al.*, 2008)، تعداد چتر در بوته و وزن هزاردانه در رازیانه (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۵) و زیره سبز (Patel *et al.*, 1991)، کاهش تعداد کپسول در بوته (Dutta *et al.*, 2000)؛ (Kumar *et al.*, 1996) و تعداد دانه و وزن هزاردانه (رضوانی مقدم و همکاران، ۱۳۸۴) در کنجد نیز گزارش شده است.

رویدادهای متعدد فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی موجب گلدهی و تولید میوه می‌گردد و در این رابطه حاصلخیزی خاک تأثیر بسزایی دارد. نیتروژن با تأمین پروتئین مورد نیاز دانه گرده برای حرکت در طول خامه و رسیدن به تخمک، افزایش طول عمر تخمک، افزایش زمان گرده‌افشانی مؤثر و تشکیل کیسه جنین قوی شده درصد تشکیل گل و میوه را افزایش داده (راحی، ۱۳۸۳) و از این رو با افزایش مصرف نیتروژن، افزایش تعداد گل و طبق در متر مربع و تعداد دانه در طبق قابل توجه می‌باشد. از طرفی مصرف بیشتر کود نیتروژن باعث تحریک رشد رویشی، افزایش شاخص سطح برگ و دوام

با اعمال تنش شدید کم آبی و آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی، تعداد گل در متر مربع ۶۵/۶٪ نسبت به تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر کاهش پیدا کرد. همچنین انجام آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی نسبت به تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی، عملکرد خشک گل را به ترتیب ۱۶/۲٪ و ۷/۲٪ کاهش داد (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های صفات تعداد گل در متر مربع و عملکرد خشک گل همیشه‌بهار در سطوح مختلف کود نیتروژن بیانگر آن است که با افزایش مصرف کود نیتروژن از صفر به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، مقدار این صفات به‌طور معنی‌دار و به‌ترتیب به میزان ۳۳/۷٪ و ۳۵/۴٪ افزایش پیدا کرد (جدول ۴).

## بحث

احتمالاً کمبود آب طی مرحله گلدهی و گرده‌افشانی باعث خشک شدن دانه‌های گرده و کلاله مادگی شده و این مسئله باعث اختلال در گرده‌افشانی توسط حشرات می‌شود که در نهایت با توجه به تداوم کم آبیاری در طی دوره رشد و طولانی بودن دوره گلدهی این گیاه، کاهش قابل ملاحظه تعداد گل در متر مربع، گلچه‌های بارور در طبق و تعداد دانه در طبق را باعث می‌گردد. همچنین بروز تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ و ریزش آنها منجر به کاهش منبع فتوسنتزی گیاه و افت فعالیت آنزیمهای مؤثر بر این فرایند شده و قابلیت تولید گل و طبق در واحد سطح را کاهش داده است. اعمال تنش رطوبتی در طول مراحل رویشی و زایشی و برخورد مراحل نموی تعیین کننده تعداد دانه در طبق با تنش رطوبتی، موجب ایجاد اختلال در فرایند مذکور و در نتیجه کاهش تعداد دانه در طبق شد.

غذایی و در نهایت کاهش تولید گیاه می‌شود. به‌طور کلی می‌توان گفت تنش خشکی از طریق کاهش طول دوره رشد و در نتیجه کاهش میزان فتوسنتز، کاهش طول دوره اسیمیلایون و انتقال شیره پرورده در همیشه‌بهار به‌طور معنی‌داری باعث کاهش عملکرد اقتصادی و بیولوژیک شده است.

کاهش معنی‌دار عملکرد با افزایش تنش کم‌آبی در همیشه‌بهار (Rahmani *et al.*, 2008)، آویشن (Letchamo *et al.*, 1994)، نعناع (Misra & Srivastava, 2000)، بومادران، مریم‌گلی، همیشه‌بهار، اسفرزه و بابونه (Lebaschy and Sharifi Ashoorabadi, 2004) و کنجد (رضوانی‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۴) نیز گزارش گردیده است.

با افزایش نیتروژن، مواد فتوسنتزی و در نتیجه عملکرد بذر و وزن هزاردانه افزایش می‌یابد. این نتیجه با نتایج Rahmani و همکاران (۲۰۰۸) در همیشه‌بهار، عباس‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) در بادرنجبویه، نجف‌پور‌نویی (۱۳۷۹) در شابیزک و پاپری مقدم‌فرد و بحرانی (۱۳۸۴) در کنجد، مطابقت دارد. در مقادیر بیشتر نیتروژن، سرمایه‌گذاری مواد فتوسنتزی در بخش‌های برگ و ساقه افزایش یافته و در نهایت مواد تجمع یافته در دانه‌ها افزایش می‌یابد (سپهری و همکاران، ۱۳۸۱).

از آنجایی که مصرف کود نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی فتوسنتز، افزایش طول دوره رویش و تجمع ماده خشک بیشتر در اندام‌های هوایی و اجزای عملکرد دانه و گل مؤثر است، به نظر می‌آید که تأثیر آن بر افزایش عملکرد دانه و گل در همیشه‌بهار بدیهی باشد. افزایش عملکرد دانه و گل ناشی از افزایش مصرف نیتروژن به دلیل ایجاد مخزن قوی یعنی تعداد دانه و گل بیشتر و

آن شده و با افزایش فراهمی مواد پرورده برای طبق، مدت پر شدن دانه و فتوسنتز را افزایش و رقابت دانه‌ها برای مواد فتوسنتزی را کاهش داده و در نهایت تأثیر مثبتی را بر وزن هزاردانه داشته است. این موضوع به‌ویژه در شرایط رطوبتی مطلوب باعث افزایش معنی‌دار وزن هزاردانه و استفاده بهینه گیاه از نیتروژن مصرفی در راستای تجمع بیشتر مواد در دانه می‌گردد. Rahmani و همکاران (۲۰۰۸) نیز افزایش تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه را با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۹۰ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند.

احتمالاً از دلایل اصلی اُفت عملکرد گل و دانه در اثر تنش خشکی، کاهش فتوسنتز جاری و همچنین برخورد زمان گلدهی با درجه حرارت‌های بالا و ریزش گل‌ها و سقط جنین در شرایط کم‌آبی می‌باشد. از این‌رو کاهش ۲۸/۹ و ۷۹/۳ درصدی عملکرد دانه و ۱۶/۲ و ۷۲ درصدی عملکرد خشک گل به ترتیب در شرایط تنش متوسط و شدید نسبت به تیمار آبیاری مطلوب قابل توجیه است، زیرا تنش طولانی مدت خشکی به‌ویژه در درجه حرارت زیاد در مراحل زادآوری گیاه، به علت کاهش تعداد و وزن گل می‌تواند عملکرد را بشدت کاهش دهد. همبستگی بالا بین عملکرد دانه با اجزای عملکرد که در جدول ۵ آمده است نیز این موضوع را تأیید می‌کند.

همچنین لازم به ذکر است که کمبود آب قابل جذب در گیاه، منجر به بروز تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از جمله کاهش آماس و رشد سلولی و در نتیجه کاهش سطح برگ، کاهش ارتفاع گیاه، بسته شدن روزنه‌ها (صفرنژاد، ۱۳۸۲) و محدودیت فتوسنتز (حسینی و امیدبیگی، ۱۳۸۱)، افزایش ترکیب‌های محلول جهت تنظیم فشار اسمزی و کاهش جذب مواد

(۱۳۸۶) کاهش معنی دار کلروفیل را در شرایط کمبود آب گزارش دادند.

تجمع ماده خشک که در حقیقت تبدیل نور به زیست توده طی عمل فتوسنتز است، تابعی از شاخص سطح سبز برگ و جذب فعال نور فتوسنتزی می باشد، بنابراین افزایش تجمع ماده خشک در شرایط بهینه رطوبتی به دلیل افزایش سطح سبز برگ، افزایش جذب نور فعال فتوسنتزی و افزایش سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی نسبت به شرایط محدودیت رطوبتی می باشد. به همین دلیل حصول حداکثر تجمع ماده خشک در شرایط بهینه رطوبتی قابل توجیه و تفسیر است.

فعالیت منبع یعنی سطح برگ بالاتر و داوم بیشتر سطح برگ می باشد. همبستگی بالای بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک ( $r=0/999^{**}$ )، تعداد دانه در طبق ( $r=0/875^{**}$ )، وزن هزاردانه ( $r=0/955^{**}$ ) و تعداد طبق در متر مربع ( $r=0/926^{**}$ ) نیز این موضوع را تأیید می کند (جدول ۵).

کاهش بیوماس در شرایط تنش کم آبی می تواند ناشی از کاهش سطح برگ و کاهش نرخ فتوسنتزی به دلیل محدودیت های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب از قبیل کاهش رنگیزه های فتوسنتزی به خصوص کلروفیل ها باشد (Lawlor, 2002). در همین رابطه رامک و همکاران

جدول ۵- همبستگی صفات مورد مطالعه در همیشه بهار

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
عملکرد دانه											
تعداد دانه در طبق	۰/۸۷۵**										
تعداد طبق در مترمربع	۰/۹۲۶**	۰/۷۵۹**									
وزن هزاردانه	۰/۹۵۵**	۰/۹۱۳**	۰/۸۰۷**								
عملکرد بیولوژیک	۰/۹۹۹**	۰/۸۷۱**	۰/۹۲۵**	۰/۹۵۵**							
وزن طبق	۰/۹۱۹**	۰/۹۳۴**	۰/۸۳۰**	۰/۹۷۴**	۰/۹۱۸**						
شاخص برداشت	۰/۶۵۱**	۰/۷۶۸**	۰/۶۳۸**	۰/۶۳۸**	۰/۶۳۶**	۰/۶۶۹**					
بازده مصرف آب دانه	۰/۸۳۱**	۰/۶۳۶**	۰/۸۴۸**	۰/۵۹۹**	۰/۷۲۴**	۰/۵۶۲**	۰/۸۳۳**				
بازده مصرف آب بیوماس	۰/۷۲۹**	۰/۶۲۵**	۰/۸۵۰**	۰/۵۹۴**	۰/۷۲۳**	۰/۵۵۳**	۰/۸۱۱**	۰/۹۹۹**			
تعداد گل در متر مربع	۰/۹۶۹**	۰/۸۴۸**	۰/۹۵۶**	۰/۸۹۳**	۰/۹۶۶**	۰/۸۴۶**	۰/۷۰۴**	۰/۸۶**	۰/۸۵۸**		
عملکرد خشک گل	۰/۹۸۲**	۰/۸۶۷**	۰/۹۵۱**	۰/۹۱۹**	۰/۹۸**	۰/۸۷۳**	۰/۶۹۶**	۰/۸۴۵**	۰/۸۲۳**	۰/۱۹۹۷**	

\*\* معنی دار در سطح ۱٪

ناشی از اختلال در فرایند جذب نیتروژن توسط گیاه در شرایط تنش رطوبتی شدید می باشد. در این رابطه Rahmani و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش نمود که کمبود شدید آب در خاک موجب محدود شدن توانایی گیاه جهت جذب نیتروژن از خاک می شود. بنابراین

در این تحقیق افزایش مصرف نیتروژن در شرایط آبیاری مطلوب تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد دانه و بیوماس داشت، در حالی که در تیمار تنش رطوبتی شدید، عملکرد دانه و بیوماس در سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی داری نداشت. این وضعیت احتمالاً

می شود. با وجود این نتایج بدست آمده نشان داد که کاربرد نیتروژن تغییری در توزیع مواد فتوسنتزی بوجود نیاورده است، بلکه مصرف کود نیتروژن، عملکرد دانه و ماده خشک کل را به نسبت یکسانی افزایش داد.

در این تحقیق اعمال تنش شدید کم آبی (دور آبیاری ۱۸۰ میلی متر تبخیر تجمعی) باعث شد تا قابلیت تجمع ماده خشک در طبق بذری به علت کاهش قابل توجه تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه کاهش یابد.

نتایج این تحقیق نشان داد که در شرایط تنش متوسط گیاه همیشه بهار به نحو مؤثرتری از افزایش نیتروژن مصرفی در جهت تولید ماده خشک و دانه به ازای هر متر مکعب آب مصرف شده بهره برداری می کند. براساس یافته های این آزمایش می توان نتیجه گیری نمود که توصیه برای افزایش کاربرد نیتروژن تنها در شرایط عدم وجود تنش یا وجود تنش متوسط کم آبی می تواند در راستای افزایش معنی دار عملکرد دانه مفید واقع شود و در شرایط کمبود شدید آب، مصرف مقادیر بالای کود نیتروژن تأثیر معنی داری بر عملکرد و تعداد دانه در طبق و تعداد طبق در متر مربع ندارد.

افزایش بازده مصرف آب برای تولید بیوماس و دانه در شرایط تنش متوسط کم آبی را می توان با هدر رفتن بیشتر آب از طریق تبخیر و تعرق و نفوذ عمقی بیشتر در تیمار آبیاری مطلوب و مختل شدن فتوسنتز به دلیل بسته شدن روزنه ها و کاهش سطح برگ و در نهایت به عملکرد دانه و بیوماس در تیمار تنش شدید کم آبی مرتبط دانست. Nissanka و همکاران (۱۹۹۷) اظهار داشتند که کاهش بازده مصرف آب در شرایط تنش رطوبتی ناشی از کاهش بیشتر فتوسنتز در مقایسه با تنفس گیاه می باشد. این محققان دلیل این امر را به ایجاد

می توان نتیجه گیری کرد که در شرایط کمبود آب در خاک که جذب عناصر غذایی به خصوص نیتروژن تحت تأثیر قرار می گیرد، لزوم برقراری تناسب میان نیتروژن مصرفی و فراهمی رطوبت در خاک ضروریست. Sharifi Ashoorabadi و Lebaschy (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند که با تشدید تنش خشکی، وزن اندام های هوایی در گیاهان اسفرزه، بومادران، مریم گلی، همیشه بهار و بابونه کاهش یافت.

کاربرد نیتروژن منجر به افزایش رشد رویشی و افزایش تجمع ماده خشک در گیاهان می شود و تحریک رشد رویشی و افزایش عملکرد کاه و کلش و عملکرد دانه در اثر مصرف کود نیتروژن از دلایل افزایش عملکرد بیولوژیک می باشد. از این رو احتمالاً کمبود نیتروژن به علت کاهش اندازه و دوام سطح برگ باعث کاهش میزان نور دریافتی، کارایی استفاده از نور و فتوسنتز گیاه شد و به موازات آن عملکرد بیولوژیک کاهش یافت. بررسی های Rahmani و همکاران (۲۰۰۸) در همیشه بهار، Alizadeh Sahzabi و همکاران (۲۰۰۷) در مرزه و پاپری مقدم فرد و بحرانی (۱۳۸۴) در کنجد نیز نشان داده است که با افزایش کاربرد کود نیتروژن، عملکرد دانه و بیوماس به طور معنی داری افزایش می یابد. کاهش شاخص برداشت بذر با افزایش فواصل آبیاری به آن معناست که در این تحقیق تنش رطوبتی عملکرد دانه را به میزان بیشتری نسبت به عملکرد بیولوژیک کاهش داده است که در نتیجه آن شاخص برداشت کاهش یافت. به نظر می رسد که کمبود آب از جمله عوامل محدود کننده رشد و نمو گیاه می باشد که علاوه بر کاهش ماده خشک تولیدی، موجب اختلال تسهیم کربوهیدراتها به دانه و در نتیجه کاهش شاخص برداشت

مهم در تولید محسوب می شود، بنابراین هر چند تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی متر تبخیر تجمعی و مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد، اما به رغم کاهش معنی دار عملکرد در تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی متر در مقایسه با تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی متر تبخیر تجمعی، با توجه به صرفه جویی قابل توجه در مصرف آب و برتری ۲۶/۵ درصدی بازده مصرف آب برای تولید بذر در تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی متر تبخیر تجمعی، این تیمار آبیاری به ویژه در شرایط کمبود آب قابل توصیه می باشد. به علاوه با توجه به عدم اختلاف معنی دار میانگین های عملکرد دانه و بازده مصرف آب برای تولید دانه در سطوح کاربرد ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ضرورت رعایت مسائل زیست محیطی، کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای زراعت همیشه بهار در شرایط این آزمایش توصیه می شود.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولان محترم حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند به دلیل تأمین منابع مالی اجرای این تحقیق سپاسگزاری می گردد.

خسارت به مزوفیل برگ در اثر تنش رطوبتی نسبت دادند. همچنین می توان گفت که افزایش مقاومت مزوفیلی و روزنه ای در شرایط تنش شدید آبی باعث کاهش ورود دی اکسید کربن به درون گیاه شده و تحت تأثیر این حالت فتوسنتز خالص گیاه کاهش می یابد، بنابراین بیوماس گیاه در اثر تنش آبی کاهش می یابد.

بهبود بازده مصرف آب برای تولید دانه و بیوماس با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی را می توان به افزایش عملکرد دانه و بیوماس نسبت داد، زیرا میزان آب مصرفی برای تمام سطوح کودی یکسان بود. افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، از طریق بالا بردن مقدار فتوسنتز خالص، افزایش وزن بیوماس را بدنبال داشته است. در شرایط این تحقیق اگر چه افزایش نیتروژن مصرفی، احتمالاً افزایش در تعرق را به همراه داشته است، اما به دلیل تولید عملکرد دانه بیشتر در نهایت بازده مصرف آب بیشتر شده است. لازم به ذکر است که افزایش در عملکرد دانه مشروط بر اینکه میزان آب تبخیر و تعرق یافته نوسان زیادی نداشته باشد، موجب افزایش در بازده مصرف آب می گردد، اما چنانچه افزایش در عملکرد دانه با افزایش در مصرف آب همراه باشد، رابطه بین بازده مصرف آب و عملکرد دانه دستخوش تغییرات شده و حتی معکوس خواهد شد.

به طور کلی نتایج این تحقیق حکایت از آن دارد که تغییرات سطوح آبیاری بیش از سطوح نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، تعداد و عملکرد گل همیشه بهار تأثیر داشته است. همچنین با توجه به اینکه در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل محدودیت منابع آبی، هدف تولید عملکرد قابل قبول با توجه به میزان آب مصرفی می باشد و بازده مصرف آب یکی از معیارهای

## منابع مورد استفاده

- امیدبیگی، ر.، ۱۳۸۴. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۳۸ صفحه.
- پاپری مقدم‌فرد، ا. و بحرانی، م.ج.، ۱۳۸۴. تأثیر کاربرد نیتروژن و تراکم بوته بر برخی ویژگی‌های زراعی کنجد. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۶(۱): ۱۳۵-۱۲۹.
- حسنی، ع. و امیدبیگی، ر.، ۱۳۸۱. اثرات تنش آبی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیسمی گیاه ریحان. مجله دانش کشاورزی، ۱۲(۳): ۵۹-۴۷.
- راحمی، م.، ۱۳۸۳. گرده‌افشانی و تشکیل میوه. انتشارات دانشگاه شیراز، ۱۲۰ صفحه.
- رامک، پ.، خاوری‌نژاد، ر.، حیدری شریف‌آباد، ح.، رفیعی، م. و خادمی، ک.، ۱۳۸۶. تأثیر تنش آب بر میزان ماده خشک و رنگیزه‌های فتوسنتزی در دو گونه اسپرس. فصلنامه پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱۴: ۸۰-۹۱.
- رضوانی‌مقدم، پ.، نوروزپور، ق.، نباتی، ج. و اصغرآبادی، ع.ا.، ۱۳۸۴. بررسی خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد دانه و روغن کنجد در تراکم‌های مختلف بوته و فواصل مختلف آبیاری. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۳(۱): ۶۸-۵۷.
- زهتاب سلماسی، س.، ۱۳۸۰. اثرات اکوفیزیولوژیک آبیاری و تاریخ کاشت بر رشد و عملکرد گیاه دارویی انیسون. پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- سپهری، ع.، مدرس ثانوی، س.م.، قره‌یاضی، ب. و یمینی، ی.، ۱۳۸۱. تأثیر تنش آب و مقادیر نیتروژن بر مراحل رشد و اجزای عملکرد ذرت. مجله علوم زراعی ایران، ۴(۳): ۲۰۱-۱۸۴.
- صفرنژاد، ع.، ۱۳۸۲. مروری بر روش‌های مختلف به‌گزینی گیاهان برای مقاومت به خشکی. مجله خشکی و خشکسالی کشاورزی، ۱۳: ۷-۱۳.
- عباس‌زاده، ب.، شریفی عاشورآبادی، ا.، اردکانی، م.ر.، علی‌آبادی فراهانی، ح. و علیزاده سهزایی، ع.، ۱۳۸۶. تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنجبویه. مجموعه خلاصه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم‌شناختی ایران، گرگان، ۲۵ تا ۲۶ مهرماه: ۶۱.
- کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. و عزیزی، گ.، ۱۳۸۵. اثر فواصل مختلف آبیاری و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد دو توده بومی رازیانه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۴(۱): ۱۴۰-۱۳۱.
- محمدبیگی، ف.، اکبری‌نیا، ا. و دانشیان، ج.، ۱۳۸۵. اثر کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گشنیز. خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، تهران، ۷-۵ شهریور: ۵۹۸.
- نجف‌پور نوایی، م.، ۱۳۷۹. بررسی اثر کود شیمیایی نیتروژن و فسفر بر عملکرد بذر گیاه شایبک. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۶: ۱۲-۳.
- ADAS Consulting Ltd., 2002. Calendula as Agronomic Raw Material for Industrial Application (CARMINA). Final project report, ADAS Terrington, Terrington St Clement, Kings Lynn, Norfolk.
- Alizadeh Sahzabi, A., Sharifi Ashorabadi, E., Shiranirad, A.H., bigdeli, M. and Abaszadeh, B., 2007. The effects of different methods and levels of using nitrogen on some quality and quantity characteristics of *Satureja hortensis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(3): 416-431.
- Arganosa, G.C., Sosulski, F.W. and Slikard, A.E., 1998. Effect of nitrogen levels and harvesting management on quality of oil in *Calendula officinalis* L. Indian Perfumer, 33(3): 182-195.
- Dutta, P.K., Bandyopadhyay, P. and Maity, D., 2000. Response of summer sesame (*Sesamum indicum*). Indian Journal of Agronomy, 54: 631-636.
- Haase, P., Pugnaire, F.I., Clark, S.C. and Incoll, L.D., 2000. Photosynthetic and canopy development in the drought deciduous shrub *Anthyllis cytisoides* L. Journal of arid environments, 46: 79-91.
- Krishnamurthy, N. and Hunsigi, G., 1998. Influence of plant density and nitrogen levels on mesta: growth components, dry matter and biomass yields. Mysore Journal of Agricultural Sciences, 26(3): 239-243.
- Kumar, A.S., Prasad, T.N. and Prasad, U.K., 1996. Effect of irrigation and nitrogen on growth, yield/oil content, nitrogen uptake and water use of summer sesame (*Sesamum indicum*). Indian Journal of Agronomy, 41: 111-115.
- Lawlor, D.W., 2002. Limitation to photosynthesis water-stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. Annals of Botany, 89: 671-885.
- Lebaschy, M.H. and Sharifi Ashoorabadi E., 2004. Growth indices of some medicinal plants under different water stresses. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 20(3): 249-261.

- Papanastasis, V.P., Platis, P.D. and Dini-Papanastasis, O., 1997. Productivity of deciduous woody and fodder species in relation to air temperature and precipitation in a mediterranean environment. *Agroforestry Systems*, 37: 187-198.
- Patel, K.S., Patel, J.C., Patel, B.S. and Sadaria, S.G., 1991. Water and nutrition management in cumin (*Cuminum cyminum*). *Indian Journal of Agronomy*, 36: 627-629.
- Rahmani, N., Valadabadi, S.A. Daneshian J. and Bigdeli M., 2008. The effects of water deficit stress and nitrogen on oil yield of *Calendula officinalis* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(1): 101-108.
- Letchamo, W., Marquard, R., Holzl, J. and Gosselin, A., 1994. Effects of water supply and light intensity on growth and essential oil of two *Thymus vulgaris* selections. *Angewandte Botanik*, 68: 83-88.
- Medrano, H., Chaves, M.M., Porqueddu, C. and Caredda, S., 1998. Improving forage crops for semi-arid areas. *Outlook on agriculture*, 27: 89-94.
- Misra, A. and Srivastava, N.K., 2000. Influence of water stress on Japanese mint. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 7: 51-58.
- Nissanka, S.P., Dixon, M.A. and Tollennar, M., 1997. Canopy gas exchange response to moisture stress in old and new maize hybrid. *Crop Sciences*, 37: 172-181.

## The effect of water deficit stress and nitrogen fertilizer on yield and water use efficiency of *Calendula officinalis* L.

S.G.R. Mousavi<sup>1\*</sup>, M.J. Seghatoleslami<sup>2</sup>, E. Ansarinia<sup>3</sup> and H. Javadi<sup>4</sup>

1\*- Corresponding author, Islamic Azad University, Birjand Branch, Iran, E-mail: s\_reza1350@yahoo.com

2- Islamic Azad University, Birjand Branch, Iran

3- MSc. Student, Islamic Azad University, Birjand Branch, Iran

4- Payam-e-noor University of Qaeen, Iran

Received: October 2010

Revised: June 2011

Accepted: July 2011

### Abstract

In order to study the effect of water deficit stress and different nitrogen levels on seed yield, yield components and water use efficiency of *Calendula officinalis* L., an experiment was conducted as split plot design based on randomized complete blocks with three replications, at research field of Islamic Azad University of Birjand branch in 2009. In this research water deficit stress set as main factor with three levels (irrigation after 60, 120 and 180 mm evaporation from pan class A) and nitrogen set as sub factor with four levels (0, 60, 120 and 180 kg N ha<sup>-1</sup>). The results showed irrigation treatments had significant effect ( $\alpha=1\%$ ) on seed yield and its components, biological yield, harvest index and water use efficiency for seed and biomass. With increasing of irrigation intervals from 60 to 180 mm evaporation from pan class A, seed number per capitulum, number of capitulum per m<sup>2</sup>, 1000-seed weight, seed yield, number and dry yield of flower decreased 26.6, 49.5, 39.6, 79.3, 65.6 and 72 percent, respectively. The highest biomass yield and weight of one capitulum was related to irrigation after 60 mm evaporation treatment, but irrigation after 60 mm evaporation treatment had the highest WUE. Also the results showed that nitrogen fertilizer treatment affected significantly ( $\alpha=1\%$ ) all traits except capitulum number per m<sup>2</sup> nitrogen fertilizer application increased these traits, significantly. Interaction of irrigation and nitrogen on all traits was not significant. In conclusion, irrigation after 120 mm evaporation with 120 kg N ha<sup>-1</sup> had suitable seed yield with the highest WUE for seed.

**Key words:** *Calendula officinalis* L., water deficit stress, nitrogen, yield, WUE.