نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۰، ص. ۶۳۳-۶۲۵

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.3, Jul-Aug 2011, p. 625-633

اثرات آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام عدس (*Lens culinaris* Medik.) در شرایط آب و هوایی مشهد

فریده سادات حسینی[1*]- احمد نظامی[2]- مهدی پارسا[3]- کمال حاج محمدنیا قالی باف[4]

تاریخ دریافت:۸۹/۷/۱۱
تاریخ پذیرش:۹۰/۴/۱۳

چکیده

آبیاری تکمیلی در اغلب مناطق ایران، جهت تولید مناسب محصولات زراعی ضروری می‌باشد. لذا به منظور بررسی اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم عدس (*Lens culinaris* Medik.)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت اسپلیت بلوک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. در این آزمایش، آبیاری به عنوان فاکتور اصلی شامل شش سطح (آبیاری در تمام مراحل فنولوژی گیاه، انجام یک بار آبیاری در هر کدام از مراحل شاخه‌دهی، گل‌دهی، غلاف‌دهی، پر شدن دانه‌ها و بدون آبیاری طی فصل رشد) و ارقام عدس (رباط، کالپوش و گچساران) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که آبیاری تکمیلی سبب بهبود معنی‌دار تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک شد. به طوری که تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی پس از تیمار آبیاری کامل، بالاترین مقدار این صفات (به استثنای وزن ۱۰۰ دانه) را داشت. وزن ۱۰۰ دانه در تیمارهای آبیاری در مرحله غلاف‌دهی و پر شدن دانه نسبت به آبیاری در مرحله گل‌دهی افزایش معنی‌داری داشت. در تیمار بدون آبیاری، رقم گچساران بیشترین عملکرد را تولید کرد. آبیاری در مرحله گل‌دهی بیشترین عملکرد را در بین سطوح آبیاری تکمیلی داشت، به‌طوری‌که این افزایش عملکرد در ارقام رباط، کالپوش و گچساران به ترتیب ۶۰، ۶۰ و ۳۹ درصد نسبت به تیمار بدون آبیاری بود. با توجه به نتایج فوق، انجام یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی در افزایش تعداد غلاف و عملکرد عدس مؤثرتر بوده است.

واژه های کلیدی: آبیاری، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عدس

مقدمه

عدس (*Lens culinaris* Medik.) یکی از مهمترین حبوبات سرمادوست است که در ایران اغلب به صورت دیم کشت می‌شود. این گیاه با حدود ۲۸ درصد پروتئین، از حبوبات عمده در کشورهای در حال توسعه بوده و به عنوان مکملی برای غلات و منبعی مناسب جهت تأمین پروتئین و اسیدهای آمینه در رژیم غذایی مردم این کشورها محسوب می‌شود. این گیاه به سبب توانایی تثبیت نیتروژن، موجب افزایش حاصلخیزی خاک شده و در تناوب با برخی گیاهان زراعی خصوصاً غلاتی نظیر گندم و جو بهبود و پایداری عملکرد را به دنبال خواهد داشت (۴ و ۱۵). با وجود این، عدس غالباً در اراضی حاشیه‌ای و در خاک‌های نه چندان حاصلخیز و به صورت دیم کشت می‌شود که در این حالت به دلیل کمبود بارندگی و همچنین نوسان در پراکنش آن، عملکرد این گیاه اغلب اندک و ناپایدار است (۲۳).

آبیاری تکمیلی در مرحله بحرانی نیاز گیاه (مرحله گل‌دهی) یکی از روش‌های مؤثر در جلوگیری از نوسان عملکرد و دستیابی به تولید پایدار عدس در مناطق خشک و نیمه خشک، می‌باشد (۴). در این روش، اثرات تنش خشکی بر گیاه تخفیف یافته و رطوبت نسبتاً مناسبی برای گیاه، به ویژه در مراحل حساس رشد، فراهم می‌گردد و به دنبال آن عملکرد بهبود می‌یابد (۸ و ۲۲). همچنین انجام آبیاری در مناطقی که دمای هوا طی رشد و نمو گیاه از حد بهینه فراتر می‌رود، تأثیر مطلوبی در کاهش دمای خاک و کانوپی گیاه داشته و برای گره‌زایی و تثبیت نیتروژن و نهایتاً عملکرد، مفید بوده است (۱). علاوه بر این، آبیاری تکمیلی در حبوباتی مانند نخود، موجب تقویت توانایی گیاه در تحمل، گذر و یا فرار از خشکی اواخر دوره رشد، افزایش سرعت پر شدن دانه و در نهایت افزایش و بهبود عملکرد (حدود ۶۱/۷ درصد افزایش عملکرد) در واحد سطح شده است (۱۴).

در همین راستا مطالعات نشان داده است که آبیاری تکمیلی در بهار باعث افزایش و ثبات عملکرد گندم شده است (۱۷ و ۲۶). در یک

۱،۲،۳و۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، استادیار و مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email:Fa.hoseini64@gmail.com)

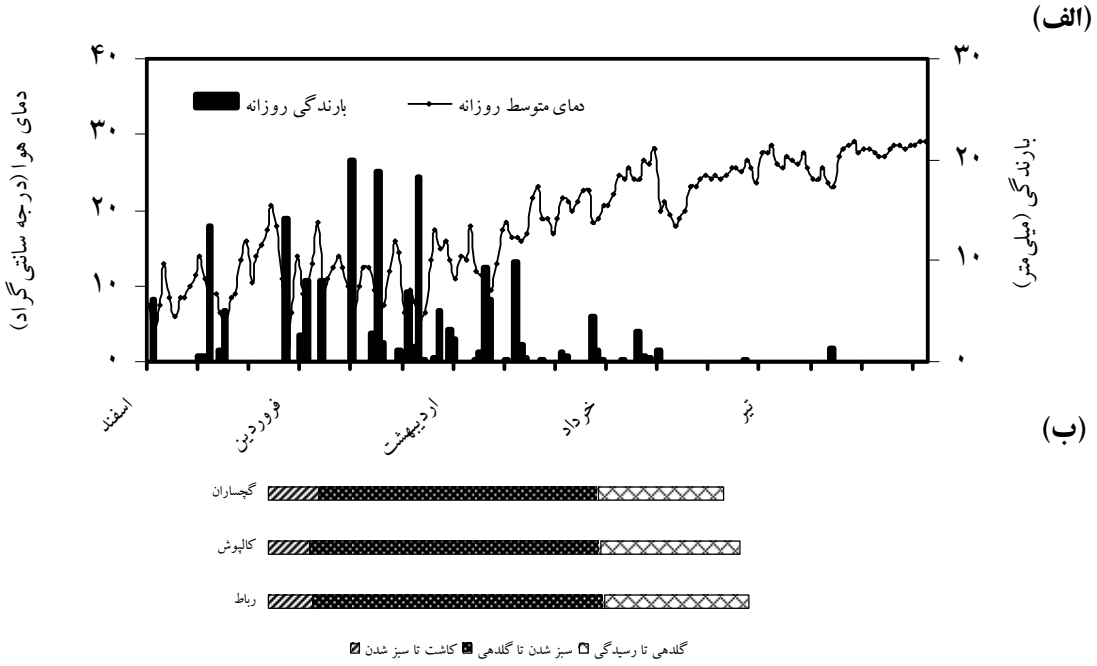
بررسی، آبیاری تکمیلی در مرحله ساقه رفتن تأثیر بارزی بر عملکرد دانه گندم دیم داشته و اظهار شده است که درصورت تأمین آب کافی می‌توان با یک آبیاری تکمیلی در زمان مناسب، عملکرد گندم دیم را تا دو برابر افزایش داد (۶). در مطالعه دیگری انجام یک نوبت آبیاری در مرحله شیری شدن دانه در گندم (رقم سبلان) موجب ۵۴ درصد افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد شد (۷). بررسی پیری و همکاران (۵) نیز نشان داد که تأثیر دو نوبت آبیاری در مرحله جوانه زنی و خوشه رفتن روی افزایش عملکرد گندم بیشتر از سایر تیمارها بوده است.

سینگ و ساکسنا (۲۵) تعداد ۲۵ ژنوتیپ نخود را در تل‌حدیه سوریه در دو شرایط آبی و دیم مورد آزمایش قرار داد و نتیجه گرفت که با انجام آبیاری اندازه دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت افزایش یافت. در مطالعه ایشان بیشترین افزایش در عملکرد دانه نخود در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن غلاف‌ها مشاهده گردید. عملکرد دانه عدس نیز با افزایش تعداد دفعات آبیاری افزایش یافته است. اما به هنگام محدودیت آب، یک بار آبیاری در مرحله گل دهی در افزایش عملکرد تأثیر بسزایی داشته است (۳ و ۲۹). نتایج اویس و همکاران (۲۳) نیز مؤید این مطلب است که عملکرد دانه و زیست توده عدس با افزایش تعداد دفعات آبیاری تکمیلی افزایش می‌یابد. انجام دو مرحله آبیاری تکمیلی (قبل از گل‌دهی و نیز در مرحله پر شدن دانه) به‌طور متوسط عملکرد عدس را تا ۲۰ درصد نسبت به کشت دیم افزایش داد (۱۶). بنابراین آبیاری در مراحل زایشی که سرعت رشد محصول را در مرحله پر شدن دانه افزایش می‌دهد و دوام بافت‌های سبز گیاه را در طی این مرحله طولانی‌تر می‌سازد، می‌تواند میزان رشد و اندازه (وزن) دانه را در بقولات دانه‌ای بهبود بخشد و در نهایت منجر به عملکرد بالاتر گردد (۲ و ۲۴).

به‌طور کلی نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که آبیاری تکمیلی در گیاهان زراعی به منظور رفع تنش رطوبتی در مراحل بحرانی رشد گیاه، تأثیر بارزی در بهبود عملکرد داشته است. در نتیجه شناخت مراحل حساس و بحرانی گیاه به تنش خشکی و تأمین رطوبت مورد نیاز در مراحل فوق می‌تواند نقش مؤثری در دستیابی به عملکرد مطلوب داشته باشد. آزمایش حاضر با هدف شناسایی مراحل رشدی حساس به تنش خشکی و شناسایی بهترین مرحله فنولوژی برای انجام آبیاری تکمیلی در راستای دستیابی به عملکرد مطلوب گیاه عدس در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مشهد (۱۰ کیلومتری شرق مشهد) با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی، ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا، متوسط بارندگی سالانه ۲۸۶ میلی‌متر، حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه برابر ۴۳ و ۲۷/۸- درجه سانتی‌گراد و خاک لوم سیلتی به صورت اسپلیت بلوک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد که در آن سطوح آبیاری (شامل آبیاری کامل در تمام مراحل فنولوژیک گیاه، انجام یک نوبت آبیاری در هر کدام از مراحل شاخه دهی، گل دهی، غلاف‌دهی، پر شدن دانه‌ها و نیز تیمار بدون آبیاری طی فصل رشد) به عنوان عامل اصلی و ارقام عدس (رباط، کالپوش و گچساران) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. عملیات آماده سازی زمین شامل تسطیح و تهیه بستر بذر در نیمه اول اسفندماه انجام شد. کود فسفات آمونیوم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود اوره به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت به زمین داده شد. ابعاد کرت های آزمایشی ۵×۳/۷۵ متر و هر کرت دارای ۱۰ ردیف با فاصله ردیف‌هایی برابر ۳۷/۵ سانتی‌متر بود. بذرهای عدس در عمق ۳-۲ سانتی‌متری خاک و با تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع در نیمه دوم اسفند ماه کشت شدند. ضمن اینکه به منظور جلوگیری از آلودگی‌های قارچی و بیماری‌زای خاک، بذرها قبل از کاشت با استفاده از سم بنومیل با نسبت دو در هزار ضدعفونی شدند. در همه تیمارها یک نوبت آبیاری پس از کاشت جهت اطمینان از سبز یکنواخت بذرها، انجام شد و پس از آن آبیاری‌های بعدی با توجه به تیمارهای آزمایش زمانی که حداقل ۵۰ درصد از بوته ها به مرحله رشدی مورد نظر رسیده بودند، اعمال گردید. مبارزه با علف‌های هرز، به‌صورت وجین دستی انجام شد. جهت مبارزه با آفت شته سیاه باقلا (*Aphis fabae* Scop.)، یک مرحله سمپاشی با استفاده از سم متاسیستوکس به نسبت یک در هزار و نیز برای مبارزه با پیله خوار نخود (*Heliothis* spp.) در مرحله پر شدن دانه یک مرحله سمپاشی با دیازینون یک در هزار انجام گرفت. به منظور تعیین اجزای عملکرد، در پایان فصل رشد تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی از هر کرت برداشت و تعداد غلاف بارور، تعداد دانه در هر غلاف و وزن ۱۰۰ دانه اندازه‌گیری و ثبت شد. جهت تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، از هر کرت، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای سطحی معادل ۷/۵ متر مربع برداشت و در هوای آزاد خشک گردید. سپس وزن بوته های مورد نظر جهت تعیین عملکرد بیولوژیک اندازه گیری و ثبت شد. پس از جدا کردن کاه و کلش و بوجاری دانه‌ها، بذرها جهت تعیین عملکرد اقتصادی توزین شدند و بر اساس آن شاخص برداشت محاسبه گردید. با توجه به اینکه تراکم نهایی نسبت به تراکم اولیه دچار تغییر شده بود، کلیه داده‌ها در معرض آنالیز کوواریانس قرار گرفت و تراکم نهایی به عنوان کوواریت در مدل آماری تعریف گردید. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار MINITAB صورت گرفت. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت.



شکل ۱- (الف) دمای متوسط و بارندگی روزانه طی دوره کاشت تا رسیدگی عدس بهاره و (ب) طول مراحل رشدی آن در شرایط آب و هوایی مشهد طی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر آبیاری تکمیلی بر تعداد غلاف در بوته عدس معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۱). تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی پس از آبیاری کامل بیشترین تعداد غلاف در بوته را تولید کرد و تیمارهای آبیاری تکمیلی در مراحل غلاف‌دهی، پر شدن دانه و شاخه‌دهی به ترتیب پس از آن قرار گرفتند. کمترین تعداد غلاف در بوته نیز تحت شرایط بدون آبیاری به دست آمد (جدول ۲). ارقام عدس از نظر تعداد غلاف در بوته تفاوت معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) داشتند (جدول ۱). به‌طوری‌که رقم کالپوش بیشترین تعداد غلاف در بوته (۲۱/۵) و رقم رباط کمترین تعداد غلاف در بوته (۱۷/۸) را تولید نمودند (جدول ۳). اثر متقابل آبیاری × رقم نیز بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۱). رقم کالپوش در تیمار آبیاری کامل بیشترین تعداد غلاف در بوته و رقم رباط در تیمار بدون آبیاری کمترین تعداد غلاف در بوته را تولید کردند. در رقم کالپوش، آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی سبب افزایش ۲۷ درصدی تعداد غلاف در بوته نسبت به تیمار آبیاری در مرحله پر شدن دانه شد. در حالی‌که در دو رقم دیگر چنین وضعیتی مشاهده نشد. در رقم رباط تفاوت معنی‌داری برای تعداد غلاف در بوته بین تیمار آبیاری کامل و آبیاری تکمیلی در مراحل زایشی وجود نداشت. در حالی‌که در ژنوتیپ کالپوش تفاوت تعداد غلاف تنها در آبیاری کامل و آبیاری در مرحله گل‌دهی معنی‌دار نشد و آبیاری کامل سبب افزایش ۳۱ درصدی تعداد غلاف در بوته نسبت به آبیاری در مرحله پر شدن دانه شد. در حالی‌که در رقم گچساران، آبیاری کامل سبب افزایش ۳۳ درصدی تعداد غلاف نسبت به آبیاری تکمیلی در هر کدام از مراحل زایشی شده است (جدول ۴).

نتایج توبابیسر و همکاران (۲۷) و اولاه و همکاران (۲۸) نشان داد که آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی سبب بهبود باروری و افزایش تعداد غلاف در بوته نخود شده است. در بررسی دیگر روی نخود نیز آبیاری در مرحله گل‌دهی تعداد غلاف در بوته را به میزان ۳۴ درصد در مقایسه با شرایط دیم افزایش داد (۱۱). در مطالعه حاضر آبیاری تکمیلی به ویژه در مرحله زایشی عدس و تأمین رطوبت مورد نیاز گیاه نقش مهمی در افزایش تعداد غلاف در بوته داشته است.

مانوا و مانارا (۱۹) با بررسی سه ساله روی عدس اظهار داشتند که با افزایش طول دوره رشد زایشی تعداد کل غلاف در عدس افزایش یافت. در این مطالعه بین دوره رشد زایشی و تعداد غلاف در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=۰/۴۶^{**}$) وجود داشت (جدول ۵). لذا

به نظر می‌رسد که بهبود طول دوره رشد زایشی سبب افزایش تعداد غلاف در بوته عدس شده است.

تعداد دانه در غلاف: تفاوت ارقام از نظر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۱). ارقام گچساران و رباط به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف را تولید کردند (جدول ۳). نتایج سایر محققین نشان می‌دهد که صفت تعداد دانه در غلاف بیشتر تحت تأثیر عوامل وراثتی است و عوامل محیطی نقش کمتری در این صفت دارند (۱۱ و ۲۰). با وجود این برخی از محققین معتقدند که با افزایش طول دوره زایشی، تعداد دانه در غلاف نیز افزایش می‌یابد (۲۱).

وزن صد دانه: تأثیر آبیاری تکمیلی بر وزن صد دانه عدس معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۱) و حداکثر وزن صد دانه در تیمار شاهد آبیاری کامل مشاهده شد. در مجموع، آبیاری سبب بهبود وزن صد دانه عدس نسبت به تیمار بدون آبیاری شد (جدول ۲). تفاوت ارقام نیز از نظر وزن صد دانه معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۱). رقم رباط بیشترین و ارقام گچساران و کالپوش کمترین وزن صد دانه را داشتند (جدول ۳).

اعتقاد بر این است که افزایش طول مدت پر شدن دانه سبب افزایش وزن صد دانه می‌شود و هر عاملی از قبیل تأخیر در کاشت و یا تنش رطوبت، سبب کاهش طول مدت دوره پر شدن دانه شده و وزن صد دانه گیاه را کاهش می‌دهد (۹). با کاهش رطوبت در طی مراحل زایشی، دانه‌ها چروکیده شده و در نتیجه وزن آن‌ها کاهش می‌یابد. نتایج بدست آمده از آزمایش اولاه و همکاران (۲۸) و کومار و همکاران (۱۸) در مورد نخود نیز بیانگر افزایش وزن دانه در شرایط آبیاری نسبت به دیم است. همچنین آبیاری تکمیلی نخود در مراحل زایشی سبب افزایش وزن صد دانه به میزان ۳ گرم شد (۱۱). در مطالعه حاضر بین دوره رشد زایشی و وزن صد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=۰/۶۶^{**}$) وجود داشت (جدول ۵) و لذا به نظر می‌رسد که بهبود دوره رشد زایشی، بهبود وزن صد دانه عدس را به دنبال داشته است.

عملکرد دانه: تأثیر سطوح آبیاری بر عملکرد دانه معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۱). تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی با وجود کاهش ۷ درصدی عملکرد نسبت به تیمار آبیاری کامل بالاترین عملکرد اقتصادی را پس از تیمار مذکور تولید کرد. آبیاری تکمیلی در مراحل شاخه‌دهی، غلاف‌دهی و پر شدن دانه نیز عملکرد را به ترتیب معادل ۲۶/۳، ۴۶/۶ و ۴۴/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد (بدون آبیاری) افزایش داد (جدول ۲). ارقام از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۱$) داشتند (جدول ۱). بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب مربوط به رقم کالپوش و رباط بود (جدول ۳). اثر متقابل آبیاری × رقم بر عملکرد دانه نیز معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۱). در تیمار آبیاری کامل، بیشترین عملکرد دانه را رقم کالپوش داشت، در حالی که در شرایط بدون آبیاری بالاترین عملکرد دانه مربوط به رقم گچساران بود. با وجود این در بین تیمارهای آبیاری تکمیلی، هر سه رقم در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند (جدول ۴). در رقم رباط عدم آبیاری سبب کاهش عملکرد به میزان ۴۲ درصد نسبت به تیمار آبیاری کامل شد، درحالی که این کاهش عملکرد در رقم گچساران برابر ۳۲ درصد بود. در دو رقم رباط و کالپوش، آبیاری در مرحله گل‌دهی عملکرد را ۶۰ درصد نسبت به تیمار بدون آبیاری افزایش داد، در حالی که این افزایش در رقم گچساران ۳۹ درصد بود. به نظر می‌رسد عملکرد نسبتاً مناسب ارقام مورد مطالعه در شرایط بدون آبیاری (جدول ۴)، احتمالاً به دلیل بارندگی مناسب در طول دوره رشد گیاه بوده است زیرا در سال زراعی مذکور میزان نزولات جوی حدود ۲۶۱ میلیمتر بود که حدود ۶۱ درصد آن در طول فصل رشد گیاه زراعی نازل شد (شکل ۱).

در این آزمایش همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد روزهای گل‌دهی تا رسیدگی ($r=۰/۳۴^{**}$)، تعداد غلاف در بوته ($r=۰/۷۶^{**}$)، تعداد دانه در غلاف ($r=۰/۴۲^{**}$) و وزن صد دانه ($r=۰/۴۵^{**}$) مشاهده شد (جدول ۵). بر این اساس به نظر می‌رسد که تعداد غلاف در بوته نقش مهمتری را در بین اجزای عملکرد عدس دارا می‌باشد. با وجود اینکه مهربخش (۱۲) اظهار داشت که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه عدس و تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته وجود دارد، ولی نخفروش و همکاران (۱۳) در بررسی ۱۲ ژنوتیپ عدس نشان دادند که مهمترین اجزای عملکرد دانه عدس در درجه اول تعداد غلاف در بوته ($r=۰/۸۶^{**}$) و پس از آن وزن ۱۰۰ دانه ($r=۰/۳۹$) می باشد. در همین راستا صالحی و همکاران (۱۰) در بررسی ۲۰ ژنوتیپ عدس مشاهده کردند همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه ($r=۰/۳۲^{*}$) وجود دارد و تعداد غلاف در بوته از مهمترین اجزای عملکرد دانه عدس به شمار می‌رود.

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که هر چند آبیاری کامل سبب بهبود عملکرد می‌شود ولی در صورت محدودیت منابع آبی، انجام آبیاری تکمیلی در هر کدام از مراحل رشدی گیاه، به‌ویژه مرحله گل‌دهی، سبب بهبود عملکرد عدس می‌شود. در بررسی سایر محققان نیز مشاهده می‌شود که انجام یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی در افزایش تعداد غلاف‌های بارور و در نهایت عملکرد عدس مؤثرتر بوده است (۲۲).

عملکرد بیولوژیک: تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد بیولوژیک عدس معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در تیمار آبیاری کامل و تیمار بدون آبیاری مشاهده شد. در بین تیمارهای آبیاری تکمیلی نیز آبیاری در مرحله شاخه‌دهی و آبیاری در مرحله پر شدن دانه به ترتیب

بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را تولید کردند (جدول ۲). اثر متقابل رقم و آبیاری بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۱). رقم رباط در تیمار آبیاری کامل و رقم کالپوش در تیمار بدون آبیاری به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را تولید کردند. آبیاری در مرحله شاخه‌دهی سبب بهبود عملکرد بیولوژیک ارقام رباط، کالپوش و گچساران به ترتیب به میزان ۲۰، ۳۵ و ۲۲ درصد نسبت به تیمار بدون آبیاری شد (جدول ۴).

بین عملکرد بیولوژیک با تعداد روزهای گل‌دهی تا رسیدگی ($r=۰/۳۰^{**}$)، تعداد غلاف در بوته ($r=۰/۵۰^{**}$)، وزن صد دانه ($r=۰/۵۵^{**}$) و عملکرد دانه ($r=۰/۶۵^{**}$)، همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۵). زنگ و همکاران (۲۹)، اولاه و همکاران (۲۸) و توبابیسر و همکاران (۲۷) نیز گزارش کردند آبیاری تکمیلی در زمان گل‌دهی و پر شدن غلاف‌های نخود به دلیل تأثیر مثبت بر توسعه تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع بوته، در افزایش عملکرد بیولوژیک مؤثر است.

شاخص برداشت: تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر شاخص برداشت عدس معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۱). بیشترین شاخص برداشت در تیمار آبیاری کامل و کمترین آن در تیمار بدون آبیاری مشاهده شد. در بین تیمارهای آبیاری تکمیلی، آبیاری در مرحله گل‌دهی و شاخه‌دهی به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را داشتند (جدول ۲). ارقام عدس از نظر شاخص برداشت نیز اختلاف معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۱$) داشتند (جدول ۱)، به‌طوری که شاخص برداشت رقم کالپوش ۱۷ درصد بیشتر از رقم رباط بود (جدول ۳). اثر متقابل آبیاری × رقم بر شاخص برداشت معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین شاخص برداشت را به ترتیب رقم کالپوش در تیمار آبیاری کامل و رقم رباط در شرایط بدون آبیاری داشتند. آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی عدس شاخص برداشت این گیاه را در ارقام رباط، کالپوش و گچساران به ترتیب ۴۰، ۱۷ و ۲۷ درصد نسبت به تیمار بدون آبیاری افزایش داد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص برداشت با تعداد روزهای گل‌دهی تا رسیدگی ($r=۰/۲۶^{*}$)، تعداد غلاف در بوته ($r=۰/۶۷^{**}$)، تعداد دانه در غلاف ($r=۰/۴۴^{**}$)، وزن صد دانه ($r=۰/۲۸^{*}$)، عملکرد دانه ($r=۰/۹۱^{**}$) و عملکرد بیولوژیک ($r=۰/۳۰^{*}$) مشاهده شد (جدول ۵).

نتیجه گیری

در مناطق خشک و نیمه خشک استان خراسان، در کشت بهاره عدس، گیاهان در مرحله رشد زایشی با تنش خشکی مواجه می‌شوند. آبیاری تکمیلی در این مرحله یکی از راه‌های مؤثر در بهبود عملکرد این گیاه می‌باشد. در این آزمایش انجام یک بار آبیاری در مرحله گل‌دهی، عملکرد دانه عدس را به میزان ۵۲ درصد نسبت به شرایط بدون آبیاری افزایش داد. در بین اجزای عملکرد عدس، تعداد غلاف در بوته بیشترین همبستگی ($۰/۷۶^{**}$) را با عملکرد دانه داشت و لذا صفت مذکور مهمترین جزء عملکرد دانه در عدس بود. در مجموع نتایج این بررسی نشان داد که مرحله گل‌دهی حساسترین مرحله فنولوژی به تنش خشکی بوده و انجام یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله زایشی، خصوصاً مرحله گل‌دهی عدس، عملکرد را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد.

جدول ۱- منابع تغییر، درجات آزادی و میانگین مربعات عملکرد و اجزای عملکرد عدس در شرایط آب و هوایی مشهد طی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

تیمار	درجه آزادی	غلاف در بوته	دانه در غلاف	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
بلوک	۲	۱/۹۶ *	۰/۰۲ ns	۰/۰۱ ns	۶۱/۴۷ ns	۳۲۴۵/۷۳ ns	۰/۴۶ ns
آبیاری تکمیلی	۵	۱۲۰/۰۷ **	۰/۰۶ ns	۰/۶۶ **	۲۸۸۴۵۲/۱۸ **	۶۶۱۵۸۳/۸۲ **	۱۲۰/۳۲ **
خطا	۱۰	۰/۴۵	۰/۰۳	۰/۰۱	۸۵۸/۶۹	۵۵۱۶/۲۳	۰/۳۲
ارقام عدس	۲	۵۴/۷۸ **	۰/۲۷**	۰/۸۷ **	۱۳۳۳۹۱/۱۳ **	۱۷۰۳۶/۷۶ **	۱۱۹/۹۰ **
خطا	۴	۲/۶۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۴۲/۶۷	۷۶۹/۳۶	۰/۰۵
آبیاری× رقم	۱۰	۷/۳۸ **	۰/۰۲ ns	۰/۰۲ ns	۴۶۸۵/۰۴**	۳۷۸۵۴/۹۷ **	۲/۴۱ **
کوواریت	۱	۱۷۸/۱۳	۰/۰۰	۰/۰۱	۷۳۳/۸۰	۱۵۴۳/۱۹	۰/۱۵
خطا	۱۹	۰/۴۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۴۲۲/۱۶	۲۱۴۰/۱۴	۰/۲۶
کل	۵۳						

ns، * و ** : به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۲- اثر تیمارهای آبیاری بر میانگین تعداد غلاف، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت عدس در شرایط آب و هوایی مشهد طی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

تیمار آبیاری	غلاف در بوته	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
آبیاری کامل	۲۴/۶	۵/۷	۱۳۰۹	۳۸۴۳	۳۴/۱
در مرحله شاخه دهی	۱۶/۷	۵/۳	۹۰۵	۳۷۴۶	۲۶/۸
در مرحله گل‌دهی	۲۲/۲	۵/۵	۱۲۱۳	۳۵۸۳	۳۳/۹
در مرحله غلاف دهی	۲۰/۲	۵/۶	۱۱۶۷	۳۴۹۴	۳۳/۴
در مرحله پر شدن دانه	۱۹/۸	۵/۶	۱۱۵۰	۳۴۵۴	۳۳/۳
بدون آبیاری	۱۴/۱	۴/۹	۷۹۶	۳۰۶۷	۲۶/۲
LSD (۰/۰۵)	۰/۷	۰/۱	۲۹/۴	۷۸/۰	۰/۶

جدول ۳- اثر ارقام بر تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت عدس در شرایط آب و هوایی مشهد طی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

ارقام	غلاف در بوته	دانه در غلاف	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
رباط	۱۷/۸	۱/۵	۵/۷	۱۰۰۳	۳۵۴۷	۲۸/۲
کالپوش	۲۱/۵	۱/۶	۵/۳	۱۱۶۱	۳۴۹۵	۳۳/۱
گچساران	۱۹/۵	۱/۷	۵/۳	۱۱۵۶	۳۵۵۲	۳۲/۶
LSD (۰/۰۵)	۱/۳	۰/۱	۰/۱	۱۲/۲	۲۵/۷	۰/۲

جدول ٤- اثر متقابل آبیاری × رقم بر تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت عدس در شرایط آب و هوایی مشهد طی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

ارقام عدس	تیمار آبیاری	غلاف در بوته	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
رباط	آبیاری کامل	۲۰/۹	۱۲۰۴	۳۸۸۰	۳۱/۰۲
	در مرحله شاخه دهی	۱۴/۶	۹۲۶	۳۷۵۷	۲۴/۶۶
	در مرحله گل‌دهی	۲۰/۸	۱۱۱۳	۳۵۹۴	۳۰/۹۶
	در مرحله غلاف دهی	۱۹/۳	۱۰۵۲	۳۴۷۱	۳۰/۳۰
	در مرحله پر شدن دانه	۱۹/۲	۱۰۳۰	۳۴۴۴	۲۹/۹۱
	بدون آبیاری	۱۱/۸	۶۹۴	۳۱۳۳	۲۲/۱۶
کالپوش	آبیاری کامل	۲۷/۱	۱۴۰۵	۳۸۳۹	۳۶/۶۲
	در مرحله شاخه دهی	۱۸/۲	۱۰۱۱	۳۷۶۳	۲۶/۸۴
	در مرحله گل‌دهی	۲۶/۲	۱۲۷۴	۳۶۰۵	۳۵/۳۵
	در مرحله غلاف دهی	۲۱/۷	۱۲۴۳	۳۵۰۴	۳۵/۴۶
	در مرحله پر شدن دانه	۲۰/۷	۱۲۳۸	۳۴۷۳	۳۵/۶۵
	بدون آبیاری	۱۵/۳	۷۹۵	۲۷۸۴	۲۸/۵۵
گچساران	آبیاری کامل	۲۵/۹	۱۳۱۷	۳۸۴۳	۳۴/۵۷
	در مرحله شاخه دهی	۱۷/۲	۱۰۷۸	۳۷۴۶	۲۸/۹۹
	در مرحله گل‌دهی	۱۹/۴	۱۲۵۴	۳۵۸۳	۳۵/۳۳
	در مرحله غلاف دهی	۱۹/۶	۱۲۰۷	۳۴۹۴	۳۴/۴۰
	در مرحله پر شدن دانه	۱۹/۶	۱۱۸۲	۳۴۵۴	۳۴/۳۰
	بدون آبیاری	۱۵/۴	۹۰۰	۳۰۶۷	۲۷/۸۲
	LSD (۰/۰۵)	۱/۸	۳۵/۱	۷۹/۰	۰/۹

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین مراحل فنولوژیک و اجزاء عملکرد و عملکرد عدس در شرایط آب و هوایی مشهد طی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

صفات	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
۱- کاشت تا سبز شدن	۱								
۲- سبز شدن تا گل‌دهی	-۰/۶۵**	۱							
۳- گل‌دهی تا رسیدگی	-۰/۳۵**	-۰/۰۵ ns	۱						
۴- تعداد غلاف در بوته	۰/۰۳ ns	۰/۰۱ ns	۰/۴۶**	۱					
۵- تعداد دانه در غلاف	۰/۱۴ ns	-۰/۱۹ ns	-۰/۳۰ *	۰/۱۵ ns	۱				
۶- وزن ۱۰۰ دانه	-۰/۲۴ ns	۰/۲۵ ns	۰/۶۶**	۰/۵۱**	-۰/۰۹ ns	۱			
۷- عملکرد دانه	-۰/۰۷ ns	-۰/۰۳ ns	۰/۳۴ **	۰/۷۶**	۰/۴۳ **	۰/۴۵**	۱		
۸- عملکرد بیولوژیک	-۰/۰۳ ns	-۰/۲۱ ns	۰/۳۰ *	۰/۵۰**	۰/۲۴ ns	۰/۵۵**	۰/۶۵**	۱	
۹- شاخص برداشت	-۰/۰۷ ns	-۰/۱۵ ns	۰/۲۶*	۰/۶۷ **	۰/۴۴**	۰/۲۸ *	۰/۹۱**	۰/۳۰ *	۱

ns، * و ** : به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

منابع

۱- باقری ع.، گلدانی م. و حسن زاده م. ۱۳۷۶. زراعت و اصلاح عدس. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۲- باقری ع.، نظامی ا. و سلطانی م. ۱۳۸۰. اصلاح حبوبات سرمادوست برای تحمل به سرما. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۳- بیاتی م.ا. ۱۳۸۰. اثر آبیاری تکمیلی و کنترل علف‌های هرز بر رشد و عملکرد عدس دیم (*Lens culinaris*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم کشاورزی ساری، دانشگاه مازندران.

۴- پارسا م. و باقری ع. ۱۳۸۷. حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۵- پیری خ. و مظاهری لقب ح. ۱۳۸۰. بررسی اثر آبیاری تکمیلی بر اجزای عملکرد سه رقم گندم دیم در شرایط اقلیمی همدان. مجله پژوهش کشاورزی ۳(۱): ۶۹-۵۶.

۶- تدین م. و امام ی. ۱۳۸۶. اثر آبیاری تکمیلی و مقدار فراهمی آب بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک دو رقم گندم دیم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۲: ۱۵۶-۱۴۵.

۷- توشیح و. ۱۳۸۱. بررسی عملکرد گندم دیم رقم سبلان تحت آبیاری تکمیلی. مجله علوم خاک و آب ۱۶(۲): ۲۳۲-۲۴۰.

۸- رضاییان زاده ا. ۱۳۸۷. تأثیر آبیاری تکمیلی در مراحل مختلف فنولوژی نخود بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشد. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۹- زعفرانیه م.، نظامی ا.، پارسا م.، پرسا ح. و باقری ع. ۱۳۸۸. ارزیابی ژنوتیپ‌های نخود در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی در منطقه مشهد: ۲- اجزای عملکرد و عملکرد. مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۷(۲): ۴۹۲-۴۸۳.

۱۰-صالحی م.، حق نظری ع.، شکاری ف. و بالسینی ح. ۱۳۸۶. بررسی روابط بین صفات مختلف در عدس (*Lens culinaris* Medik.). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۱: ۲۱۵-۲۰۵.

۱۱-موسوی س.ک.، پزشکپور پ.، خورگامی ع. و نوری م.ح. ۱۳۸۸. بررسی اثرات آبیاری تکمیلی و تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود کابلی (*Cicer arietinum* L.). مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۷(۲): ۶۷۲-۶۵۷.

۱۲-مهر بخش م.م. ۱۳۷۵. بررسی سازگاری، خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک، عملکرد و پروتئین لاینهای عدس در اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۳-نخفروش ع.، کوچکی ع. و باقری ع. ۱۳۷۷. بررسی شاخصهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های عدس. مجله علوم زراعی ۱: ۳۷-۲۰.

14- Dahiya S., Singh M., and Raj B. 1993. Economics and water use efficency of chickpea as affected by genotypes, irrigation and fertilizer application. Crop Reasearch Hisar, 6: 532-534.

15- Erskine W., and Saxena M.C. 1993. Lentil in south Asia. Proceedings of the Seminar on Lentils in South Asia, 11-

15 March 1991, New Delhi, India, ICARDA, Aleppo, Syria, 236 pp.
16- Hamdi A., Erskine W., and Gates P. 1992. Adaptation of lentil seed yield to varying moisture supply. Crop Science, 32: 987–990.
17- Ilbeyi A., Ustun H., Oweis T., Pala M., and Benli B. 2006. Wheat water productivity and yield in a cool highland environment: Effect of early sowing with supplemental irrigation. Agricultural Water Management, 82: 399-410.
18- Kumar J., Dhiman N., Yadav S.S., Berger J., Turner Neil C., and Singh C. 2004. Moisture stress studies in different chickpea types. www.cropsince.org.
19- Manova N.T.F., and Manara W. 1988. Simple correlation and multiple regression studies in lentil. Legume Research, 11(2): 34-36.
20- Mckenzie B.A., and Hill G.D. 1995. Growth and yield of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in Canterbury, New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 23: 467- 474.
21- Monteith J.L. 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, 281: 277- 294.
22- Oweis T., and Hachum A. 2006. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. Agricultural Water Management, 80: 57-73.
23- Oweis T., Hachum A., and Pala M. 2004. Lentil production under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. Agricultural Water Management, 68: 251-265.
24- Oweis T., Hachum A., and Pala M. 2004. Water use efficiency of winter-sown chickpea under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. Agricultural Water Management, 66: 163-179.
25- Singh K.B., and Saxena M.C. 1990. studies on drought tolerance. Annual Report. ICARDA. Aleppo. Syria.
26- Tavakkoli A., and Oweis T. 2004. The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. Agricultural Water Management, 65: 225-236.
27- Tuba Bicer B., Narin Kolender A., and Akar D.A. 2004. The effect of irrigation on spring-sown chickpea. Journal of Agronomy, Asian Network for Scientific Information, 3: 154-158.
28- Ullah A., Bakht J., Shafi M., Shah W.A., and Islam Z. 2002. Effect of various irrigations level on different chickpea varieties. Asian Jourand of Plant Science, 1: 355-357.
29- Zang H., Pala M., Oweis Y., and Harris H. 2000. Water use and water use effieiency of chickpea and lentil in a Mediterrraneam environment. Australian Journal of Agricultural Research, 51: 295-304.

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.3, Jul-Aug 2011, p. 625-633

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۰، ص. ۶۳۳-۶۲۵

Effects of Supplementary Irrigation on Yield and Yield Components of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) Cultivars in Mashhad Climate

F.S. Hosseini[1*]- A. Nezami[2]- M. Parsa[3]- K. Hajmohammadnia Ghalibaf[4]

Received:3-10-2010
Accepted:4-7-2011

Abstract

Supplementary irrigation for suitable crops production in most area of Iran is necessary. In order to study supplementary irrigation effects on yield and yield components of three Lentil (*Lens culinaris* Medik.) cultivars, an experiment was carried out as split block based on randomized complete block design with three replications at Research Field, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. In this study, irrigation treatments (including irrigation in all phenological stages; irrigation in branching, flowering, podding and seed setting stage, and without any irrigation in the growing period) as main plot, and three lentil cultivars (Robat, Kalpoosh and Gachsaran) as sub plot were adjusted. Results showed that irrigation had significant effects on number of pods per plant, 100 seed weight, grain and biological yield. Maximum of these traits (except 100 seed weight) after complete irrigation treatment, was obtained at supplementary irrigation in flowering stage. Supplementary irrigation in podding and seed setting stages increased 100 seed weight as compared to irrigation in flowering stage. In without-irrigation treatment, the Gachsaran cultivar produced maximum grain yield. Irrigation in flowering stage increased yield of Robat, Kalpoosh and Gachsaran cultivars more than 60, 60 and 39% relative to the without-irrigation treatment, respectively. Based on the results, supplementary irrigation in flowering stage was more effective in increasing number of pods per plant and lentil yield.

Keywords: Irrigation, Grain yield, Biological yield, Lentil

1,2,3,4- MSc Student, Associate Professor, Assistant Professor and Lecture, Department of Agronomy and Plant Beerding, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
(*-Corresponding Author Email:Fa.hoseini64@gmail.com)