

## تخمین تابع تولید و کارایی مصرف آب در گیاه بادمجان تحت شرایط آبیاری قطره‌ای و کود نیتروژن

علی عبدالذگوهری<sup>۱\*</sup>، ابراهیم امیری<sup>۲</sup> و امین علیزاده<sup>۳</sup>

<sup>۱\*</sup> دانشگاه آزاد اسلامی؛ واحد اسلامشهر؛ باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان؛ اسلامشهر؛ ایران

<sup>\*</sup> نویسنده مسئول مکاتبات: [abdzadgohari\\_a@yahoo.com](mailto:abdzadgohari_a@yahoo.com)

<sup>۲</sup> دانشیار؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان؛ دانشکده کشاورزی؛ گروه زراعت؛ لاهیجان؛ ایران

<sup>۳</sup> استاد؛ گروه مهندسی آب؛ دانشکده کشاورزی؛ دانشگاه فردوسی؛ مشهد؛ ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۳

### چکیده

دستیابی به برنامه مناسب آبیاری و تاثیر مدیریت آب و کود نیتروژن بر گیاه بادمجان به دلیل طولانی بودن دوره رشد آن، هنگامی می تواند منجر به افزایش عملکرد محصول شود که مدیریتی صحیح در زمینه مصرف آب و کود صورت گیرد. از این رو تحقیق حاضر به منظور بررسی امکان کاهش مصرف آب در گیاه بادمجان با استفاده از سیستم آبیاری قطره ای نواری (Tape) و تعیین مقدار مناسب کود نیتروژن و اثر آن بر روی عملکرد محصول و تعیین تابع تولید و ضریب گیاهی (K<sub>c</sub>) و ضریب حساسیت محصول به تنش رطوبت (K<sub>y</sub>) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در شهرستان آستانه اشرفیه در سال زراعی ۱۳۸۹ انجام گرفت. تیمارهای اصلی شامل چهار سطح آبیاری، بدون آبیاری (دیم) و آبیاری قطره‌ای با مدیریت ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و تیمارهای فرعی شامل چهار سطح نیتروژن با مقادیر صفر، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج تحقیق نشان داد که آبیاری قطره ای در مدیریت ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حداکثر میزان تولید محصول را با تولید ۵۱/۹ تن در هکتار داشت. مقدار کارایی مصرف آب در محدوده ۴/۲۰ تا ۱۱/۴۲ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود و مدیریت آبیاری نسبت به نیتروژن تاثیر بیشتری بر افزایش عملکرد داشت. مقدار ضریب گیاهی در طول دوره رشد بین ۰/۸ تا ۰/۹ متغیر بود در حالی که ضریب حساسیت بادمجان به تنش ۱/۰۶ به دست آمد. مقدار ارتفاع گیاه و ارتفاع ریشه در مدیریت آبیاری و مقدار قطر محصول در مدیریت کود نیتروژن معنی دار نشد. اما آبیاری و مقدار کود مصرفی و اثر متقابل آن ها بر عملکرد محصول و کارایی مصرف آب معنی دار بود.

**کلیدواژه‌ها:** بادمجان؛ ضریب گیاهی؛ عملکرد؛ مدیریت آبیاری

### مقدمه

نیاز روز افزون جوامع بشری به تولیدات کشاورزی و محدود بودن منابع آب، مسئله ای است که پژوهشگران را برای استفاده هر چه بهتر از منابع آب به سعی و تلاش وا داشته است. در جذب عناصر غذایی، آب دارای نقش مهمی بوده و وجود رطوبت کافی در خاک برای جذب عناصر غذایی و افزایش عملکرد محصول ضروری است. علاوه بر آب، تأمین و عرضه عناصر غذایی گیاه و به

صورت متعادل برای نیل به عملکرد و کیفیت مطلوب محصولات کشاورزی کاملاً ضروری است (کریمی و همکاران، ۱۳۸۶). در مناطق خشک و نیمه خشک نه تنها کمبود آب بلکه کمبود عناصر غذایی قابل جذب در خاک نیز همیشه محدود کننده رشد گیاه می باشد. بخش کشاورزی بزرگترین مصرف کننده آب در جهان است و در مناطق خشک، کشت آبی ۵۰ تا ۸۵ درصد آب کل را مصرف می کند و راندمان مصرف آن در این بخش ۳۰ تا

عملکرد گیاه و ضریب گیاهی از فاکتورهای حائز اهمیت بوده که در این تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفته است. زمانی که تلفات آب از گیاه بر اثر تعرق بیشتر از جذب آب شود، در گیاه کمبود آب حادث شده و گیاه دچار تنش خشکی می گردد، به طوری که فیزیولوژی گیاهان را تحت تاثیر قرار داده و تقریباً بر کلیه جنبه های رشد و نمو آن ها اثر می گذارد (Kocheki and Soltani, 1997).

کود نیتروژن نقشی چشمگیر در تولید فرآورده های کشاورزی ایفا می نماید و انتخاب مقدار کود حاوی این عنصر برای رسیدن به بالاترین سطح تولید الزامی است (Marschner, 1995). کمبود این عنصر اغلب در شرایطی که مدیریت تغذیه گیاه صحیح نبوده و به مقدار کافی در اختیار گیاه نمی باشد، مشاهده می شود. در برخی موارد نیز کود نیتروژن بیش از حد مورد نیاز در اختیار گیاه قرار می گیرد که به طور معمول منجر به آبدار شدن پرتوپلاسم، تردی و شکنندگی گیاه شده که در نتیجه گیاه در برابر بیماری ها و آفات آسیب پذیرتر می شود (انتصاری و همکاران، ۱۳۸۶). تحت شرایط کمبود آب، اثر مواد معدنی مانند نیتروژن در خاک کاهش یافته و باعث اختلال در رشد ریشه و محدودیت فیزیولوژیکی در فعالیت های ریشه و ساقه می شود (Schjoerring, 1995). استفاده بهینه از آب و کود نیتروژن و اعمال مدیریت درست می تواند علاوه بر افزایش محصول از زیان های ناشی از کمبود منابع آب جلوگیری نماید. در زمینه آب مصرفی و توابع تولید، هدف اساسی حصول حداکثر عملکرد در واحد سطح و حداکثر بهره وری از آب مصرفی است تا به حداکثر سود و درآمد خالص نهایی رسید. تابع تولید یک مفهوم کلی و کاربردی است که رابطه ای بین واکنش گیاه به پارامترها و نهاده های مختلف تولید مانند آب، کود و سایر شرایط و عوامل زراعی را نشان می دهد. در واقع، تابع تولید رابطه ای ریاضی بین میزان آب، کود مصرفی و کل محصول تولید شده یا میزان آب و کود مصرفی در طول فصل زراعی می باشد که راه را برای

۳۲ درصد است (Hamdy, 2001). محدودیت منابع آب، گویای ضرورت استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی می باشد، لذا یکی از راه های استفاده بهینه از آب، به کارگیری روش های مدرن آبیاری از جمله آبیاری قطره ای نواری است. در شرایط کنونی و با توجه به وضعیت موجود کشاورزی ایران، توسعه روش های آبیاری قطره ای نواری در اراضی مستعد راهی مناسب و کارآمد برای افزایش کارایی مصرف آب خواهد بود (کریمی و همکاران، ۱۳۸۵). افزایش رقابت برای به دست آوردن آب و تامین نیاز آبی برای رشد پیوسته محصولات کشاورزی از لحاظ تجاری باعث انجام آبیاری های مکرر شده است. لذا سیستم های آبیاری قطره ای می تواند به لحاظ صرفه جویی در مصرف آب، یکی از بهترین روش ها به شمار می آید (Aujla et al., 2007 ; Buttar et al., 2006). در تحقیقی Hanson و May (۲۰۰۴) دریافتند که روش آبیاری قطره ای نواری در مقایسه با روش های دیگر آبیاری دارای عملکرد محصول بیشتری می باشد. یکی از نکات مهمی که کارشناسان بر آن تاکید دارند، افزایش کارایی مصرف آب می باشد که نوعی رابطه حاکم میان رشد گیاه و مصرف آب بوده و مقدار عملکرد محصول به ازای مقدار آب مصرفی را نشان می دهد (Sing and Sinka, 1997). Paterson, (2002) کاهش تبخیر سطحی از خاک و آب و همچنین کاهش نفوذ عمقی را، عامل افزایش کارایی مصرف آب معرفی نمود. Weyhrich و همکاران (۱۹۹۵) گزارش نمودند که برای دستیابی به حداکثر کارایی مصرف آب، باید آب مصرفی در مزرعه، حدود ۳۰ درصد کمتر از میزان تبخیر و تعرق منطقه باشد، در حالی که جهت دستیابی به حداکثر عملکرد، میزان آب مصرفی باید حدود ۲۰ درصد بیشتر از تبخیر و تعرق در منطقه باشد. Navalawala, (1991) در تحقیقی اظهار نمود که افزایش کارایی مصرف آب در هر نوع سیستم آبیاری خصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک از اهمیت بیشتری برخوردار است. تعیین تبخیر و تعرق، تابع

هکتار و میزان تولید محصول ۶۶۰۰ تن است (بی‌نام، ۱۳۹۰). تحقیق حاضر، با هدف تعیین مقدار تابع عملکرد و ضریب گیاهی در طول دوره رشد و ارتباط آن با سایر اجزای عملکرد در شرایط آبیاری قطره‌ای و کود نیتروژن در گیاه بادمجان انجام شد.

#### مواد و روش‌ها

**محل آزمایش:** این مطالعه به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد گیاه بادمجان در شرق استان گیلان و در شهرستان آستانه اشرفیه با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۶ دقیقه، با ارتفاع متوسط ۵- متر از سطح دریا، در سال زراعی ۱۳۸۹ انجام شد. این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور مقادیر آب آبیاری به عنوان عامل اصلی و مقدار کود نیتروژن (از منبع کود اوره) به عنوان عامل فرعی، در سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آبیاری شامل چهار سطح بدون آبیاری (دیم) و آبیاری با ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و مقادیر نیتروژن شامل چهار سطح صفر، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. منطقه از لحاظ آب و هوایی جزء مناطق معتدل و مرطوب بود و میزان بارندگی در طول فصل رشد ۲۱۸/۱ میلی‌متر گزارش شد. اطلاعات مربوط به خصوصیات خاک و داده‌های هواشناسی محل آزمایش به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

برنامه‌ریزی و سیاست-گذاری تولیدات کشاورزی هموار می‌کند (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵).

بادمجان گیاهی از خانواده بادمجانیان و دارای بوته‌های پهن و کشیده است که گل‌ها در آن به صورت خوشه‌ای و گاهی تک گل در طول ساقه ظاهر می‌شود. این گیاه محصول فصل گرم بوده و مواد غذایی مورد نیاز خود را از خاک دریافت می‌کند و دارای طول دوره رویش طولانی و چین‌های برداشت متعدد می‌باشد. اصل این گیاه از برینجال هندوستان با قدمتی ۱۵۰۰ ساله تخمین زده شده است (Hazra et al., 2003). محققین متعددی تاثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و کود نیتروژن بر روی عملکرد و اجزای عملکرد بادمجان بررسی نمودند. Drosos و Chartzoulakis (۱۹۹۵) در تحقیقی نشان دادند که کاهش آب مصرفی برای گیاه بادمجان منجر به کاهش عملکرد و تعداد محصول می‌شود اما بر اندازه محصول تاثیر معنی دار ندارد. Aujla و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی در کشور هند، تاثیر مدیریت آبیاری سطحی و قطره‌ای را تحت مقادیر مختلف کود نیتروژن در گیاه بادمجان بررسی نموده و نشان دادند که افزایش مقدار مصرفی کود نیتروژن منجر به افزایش عملکرد و تعداد محصول در گیاه می‌شود و حداکثر میزان کارآیی مصرف آب را حدود ۱۱/۹۹ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کردند. Pal و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که عملکرد گیاه بادمجان با افزایش مقدار کود نیتروژن افزایش می‌یابد. بادمجان در استان گیلان، دارای سطح زیر کشت ۶۳۰

جدول ۱. خصوصیات خاک محل آزمایش

عمق خاک (سانتی متر)	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	بافت خاک
۰ - ۲۰	۰/۶۳۱	۰/۶۸	۰/۰۸۴	۰/۰۷	۲۳۹	۱۹	۳۲	۴۹	لوم
۲۰ - ۴۰	۰/۶۵۶	۰/۶۶	۰/۰۶۵	۲/۱۷	۱۹۱	۱۹	۳۲	۴۹	لوم

جدول ۲. اطلاعات مربوط به داده های هواشناسی

ماه	حداکثر دما (سانتی گراد)	حداقل دما (سانتی گراد)	ساعت آفتابی (ساعت)	سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (متر بر ثانیه)	حداکثر رطوبت (درصد)	حداقل رطوبت (درصد)	تبخیر از تشتک (میلی متر در روز)
اردیبهشت	۲۶/۲	۱۷	۶/۳	۶/۵	۹۴	۶۳/۸	۴/۴
خرداد	۲۹/۲	۱۸/۶	۹	۶/۵	۹۱/۶	۵۷/۵	۵/۲
تیر	۳۱/۹	۲۱/۴	۹/۲	۵/۲	۸۶/۵	۵۵/۶	۵/۷
مرداد	۳۳/۸	۲۰/۶	۱۰/۲	۶/۸	۸۹/۷	۴۶/۵	۶/۶
شهریور	۳۲/۳	۲۱	۷/۹	۶	۹۴	۵۴/۳	۵/۱

ای به تعداد ردیف‌های کاشت برای هر محصول انتخاب و به وسیله اتصال دهنده به لوله های جانبی متصل گردید.

**تیمارهای آبیاری:** برای تعیین تیمارهای آبیاری از تخلیه رطوبتی خاک به روش وزنی استفاده شد و نیاز آبی گیاه به عنوان تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری در نظر گرفته شد و سایر تیمارهای آبیاری به عنوان درصدی از این مقدار منظور گردید (Stewart and Pruitt et al., 1989; Nielsen, 1990). برای تعیین جرم مخصوص ظاهری هر لایه خاک، نمونه‌های دست نخورده توسط استوانه‌های نمونه برداری تهیه شد. نمونه ها به آزمایشگاه منتقل و بعد از خشک کردن، کوبیدن و عبور از الک ۲ میلی متری، توزیع اندازه ذرات با استفاده از روش هیدرومتری، جرم مخصوص ظاهری با استفاده از استوانه‌های فلزی و برای تعیین مقدار آب قابل استفاده، رطوبت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب در مکش‌های ۰/۳ و ۱۵ اتمسفر به کمک دستگاه صفحه فشاری اندازه‌گیری گردید (جدول ۳).

**عملیات کاشت:** در اول اردیبهشت‌ماه زمین مورد مطالعه شخم و بعد کرت‌بندی انجام گردید. در یازدهم اردیبهشت‌ماه بذر بادمجان، روی ردیف خطی و به صورت دستی کشت شد. ابعاد هر یک از کرت‌های آزمایشی ۳×۵ متر بود. توزیع کود نیتروژن در ۵ نوبت در طول دوره کشت انجام شد.

**سیستم آبیاری:** در تحقیق حاضر، سیستم آبیاری قطره‌ای نواری طراحی و اجرا شد. آب با فشار کم در حدود یک بار به صورت قطره‌ای نواری و به طور ممتد به اندازه نیاز گیاه به خاک اضافه شد. برای سیستم آبیاری قطره‌ای از لوله های T-Tape به قطر ۱۶ میلی متر، با فاصله سوراخ های ۳۰ سانتی متر و دبی ۱/۲ لیتر در ساعت به ازای هر سوراخ استفاده شد. برای کنترل فشار لازم در سیستم، از یک شیر فلکه و یک لوله فرعی قبل از ورود آب به لوله نیمه اصلی استفاده شد. نوارهای آبیاری قطره-

جدول ۳. وزن مخصوص ظاهری، رطوبت در ظرفیت زراعی و رطوبت در نقطه پژمردگی در لایه های مختلف خاک

اعماق خاک (سانتی متر)	رطوبت در ظرفیت زراعی (درصد)	رطوبت در نقطه پژمردگی (درصد)	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)
۰-۲۰	۲۷/۱	۱۴/۷	۱/۲۵
۲۰-۴۰	۲۸/۵	۱۴/۲	۱/۳۳
۴۰-۶۰	۲۵/۵	۱۳/۷	۱/۳۸

باشد که جهت تعیین آن، پس از هر نوبت آبیاری، از کرت‌های آزمایشی نمونه‌گیری رطوبتی (روش وزنی) انجام پذیرفت. تبخیر و تعرق گیاه مرجع یا پتانسیل ( $ET_0$ ) از روش پنمن مانیتث و با کمک برنامه Cropwat محاسبه گردید.

**ضریب گیاهی ( $K_c$ ) و فاکتور عکس العمل ( $K_y$ ):**

مقدار ضریب گیاهی ( $K_c$ ) در دوره‌های متفاوت در طول دوره رشد گیاه، از تقسیم تبخیر و تعرق گیاه مرجع بر تبخیر و تعرق واقعی گیاه بادمجان ( $ET_c$ ) به دست آمد. به منظور ارزیابی حساسیت محصول به کمبود آب خاک و فاکتور عکس العمل ( $K_y$ ) از رابطه پیشنهادی دورنبوس و کاسام (۱۹۷۹) استفاده گردید.

$$K_y = (1 - y_a / y_{max}) / (ET_a - ET_{max}) \quad (3)$$

که در آن:

$ET_a$ : تبخیر-تعرق واقعی (میلی‌متر)

$ET_{max}$ : تبخیر و تعرق پتانسیل (میلی‌متر)

$y_a$ : عملکرد محصول به ازای تبخیر-تعرق واقعی (کیلوگرم در هکتار)

$y_{max}$ : عملکرد محصول به ازای تبخیر-تعرق پتانسیل یا ماکزیمم (کیلوگرم در هکتار).

**عملیات داشت و برداشت:** در طول فصل رشد

عملیات داشت مانند وجین علف‌های هرز و مبارزه با آفات و بیماری‌ها انجام گرفت. تعداد چین‌های برداشت محصول در این تحقیق ۷ چین بود که براساس تعداد چین متعارف بین کشاورزان انجام گردید. جهت برآورد عملکرد محصول، پس از حذف دو ردیف گیاه از طرفین، ۱۲ بوته از هر واحد آزمایشی انتخاب و توسط ترازوی دقیق آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. تعیین تعداد برگ در هر متر مربع با شمارش تعداد برگ‌ها در هر کرت انجام شد. اندازه‌گیری ارتفاع گیاه، ارتفاع ریشه و طول و قطر محصول به وسیله خط کش انجام گردید. محاسبه مقدار کارایی مصرف آب از تقسیم مقدار عملکرد محصول (کیلوگرم) بر کل مقدار آب مصرفی (متر مکعب)

برای دستیابی به تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری، رطوبت خاک در عمق ریشه گیاه، با استفاده از رابطه ۱ مقدار آب آبیاری به نحوی محاسبه گردید که رطوبت خاک تا ارتفاع ریشه به حد ظرفیت مزرعه برسد.

$$d_n = (\theta_{Fc} - \theta_i) \cdot \rho_b \cdot D_r \quad (1)$$

در رابطه ۱،  $\theta_{Fc}$ : درصد وزنی رطوبت در ظرفیت زراعی،  $\theta_i$ : درصد وزنی رطوبت موجود در خاک،  $\rho_b$ : جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)،  $D_r$ : ارتفاع مؤثر ریشه (سانتی‌متر) می‌باشد. مدت زمان آبیاری بستگی به این دارد که چه زمانی پس از شروع آبیاری جبهه رطوبتی به عمق ریشه گیاه برسد (نجفی‌مود، ۱۳۸۴). برای یافتن مدت زمان و میزان عمق آبیاری، در هر مرحله با تعیین عمق ریشه در گیاه و حفر نیم‌رخ ریشه یکی از بوته‌های حاشیه کرت و اندازه‌گیری توسط خط-کش، رطوبت خاک لایه مربوطه به روش وزنی در هر مرحله آبیاری مشخص شد. میزان آب مصرفی در طول دوره رشد گیاه از مجموع آب آبیاری و مقدار بارندگی تأمین شد. اندازه‌گیری مقدار آب تحویلی به هر واحد آزمایشی توسط کنتور انجام شد. در مدیریت آبیاری ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، میزان آب مصرفی به ترتیب ۳۱۵/۹، ۳۵۰/۲ و ۴۵۵/۴ میلی‌متر بود.

**اندازه‌گیری تبخیر و تعرق:** اندازه‌گیری تبخیر و تعرق واقعی گیاه بادمجان از طریق اندازه‌گیری اجزای بیلان آب بر اساس معادله ۲ انجام شد.

$$I + P - ET_c - R - D = \Delta S \quad (2)$$

که در آن:

$I$ : مقدار آب آبیاری (میلی‌متر)

$P$ : بارندگی مؤثر (میلی‌متر)

$ET_c$ : مقدار تبخیر و تعرق (میلی‌متر)

پارامترهای  $R$  و  $D$  به ترتیب مقدار رواناب و عمق آب زهکشی شده هستند که در سیستم آبیاری قطره‌ای نواری این مقادیر صفر در نظر گرفته شدند.  $\Delta S$ : نشان دهنده تغییرات ذخیره رطوبت خاک بر حسب میلی‌متر می

مقدار آب مصرفی ۵۰۹ میلی‌متر، ۵۲ تن در هکتار گزارش نمودند. (Aujla et al., 2007) دریافتند که عملکرد محصول در بادمجان با افزایش سطوح کود نیتروژن و مقدار آب مصرفی افزایش می‌یابد. نتایج تحقیقات Sarker et al., (2005) نشان داد که بیشترین کاهش عملکرد بادمجان با مقدار آب استفاده شده مرتبط بوده و توانایی تطبیق در شرایط تنش رطوبتی را دارد. پژوهش Chartzoulakis و Drosos (1995) نشان داد که عملکرد محصول بادمجان در شرایط کمبود آب، کاهش می‌یابد.

#### ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مدیریت کود نیتروژن و اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. اما اثر مدیریت آبیاری بر ارتفاع گیاه معنی دار نشد (جدول ۴). در میان تیمارهای کودی، مقدار کودی ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین ارتفاع گیاه را با میانگین ۱۰۹/۹ سانتی متر داشت (جدول ۵). بیشترین میزان ارتفاع گیاه در اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن مربوط به مدیریت آبیاری ۱۰۰ درصد و مقدار کودی ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۲۷/۹ سانتی‌متر بود (جدول ۶).

تخمین زده شد (Wright et al., 1996). تخمین ضرایب تابع تولید با نرم‌افزار STATISTICA 5.5 و تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها (آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد) با نرم افزار MSTATC انجام شد. رسم نمودارها نیز با نرم افزار EXCEL و رگرسیون گام به گام و همبستگی داده‌ها با نرم افزار SPSS 17 انجام گرفت.

#### نتایج و بحث

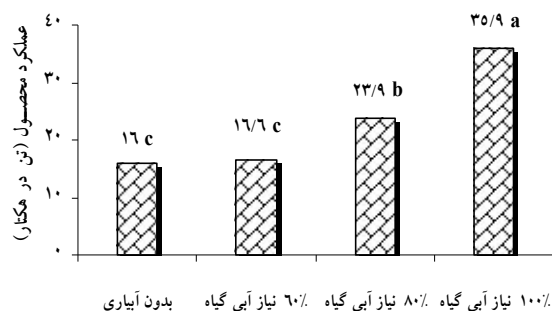
##### عملکرد محصول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مدیریت آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد محصول در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین مقدار عملکرد محصول در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه با ۳۵/۹ تن در هکتار حاصل شد (شکل ۱). در سطوح کود نیتروژن، بیشترین میزان محصول در شرایط ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب با میانگین ۲۵/۹ و ۲۴/۳ تن در هکتار مشاهده شد (شکل ۲). اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود نیتروژن حاکی از برتری تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و مقدار کود مصرفی ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با عملکرد ۵۱/۹ تن در هکتار دارد (جدول ۶). Tekinel و Cevik (1988) در مطالعه‌ای در کشور ترکیه، میزان عملکرد محصول بادمجان را با

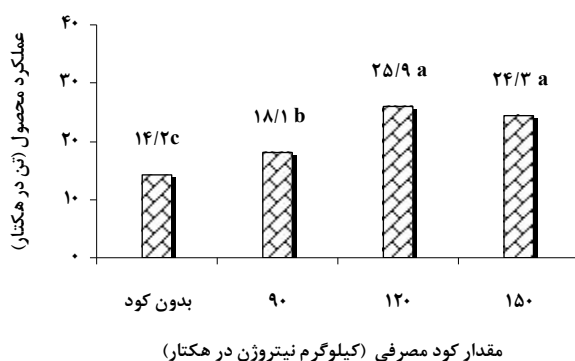
جدول ۴. تجزیه واریانس اثر آبیاری و کود نیتروژن بر گیاه بادمجان

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد محصول	ارتفاع گیاه	ارتفاع ریشه	تعداد برگ در مترمربع	طول محصول	قطر محصول	کارایی مصرف آب
بلوک	۲	۱۶/۸۷۸ <sup>ns</sup>	۷۶۰/۷۶۴ <sup>ns</sup>	۱۴۳/۲۴۸ <sup>ns</sup>	۷۴۰/۳۳۳ <sup>ns</sup>	۶/۱۳۱ <sup>ns</sup>	۰/۲۷۸ <sup>ns</sup>	۱/۸۱۰ <sup>ns</sup>
آبیاری	۳	۱۲۷۰/۴۴۶ <sup>**</sup>	۱۲۵۳/۲۳۳ <sup>ns</sup>	۴۷۶/۳۵۷ <sup>ns</sup>	۳۴۸۲/۳۸۹ <sup>*</sup>	۴۲۲/۵۵۲ <sup>**</sup>	۶/۰۲۶ <sup>**</sup>	۴۰/۲۵۴ <sup>**</sup>
خطا	۶	۲۳/۰۵۸	۹۱۸/۵۶۷	۱۶۱/۹۰۰	۷۶۷/۵۵۶	۹/۰۵۹	۰/۳۸۲	۳/۷۱۸
کود	۳	۳۶۱/۲۲۱ <sup>**</sup>	۶۷۴/۲۹۴ <sup>**</sup>	۶۷/۱۴۹ <sup>**</sup>	۷۲۷/۳۳۳ <sup>**</sup>	۸۱/۸۶۴ <sup>**</sup>	۱/۳۰۳ <sup>**</sup>	۲۶/۵۷۰ <sup>**</sup>
اثر متقابل	۹	۱۱۱/۵۷۴ <sup>**</sup>	۸۹/۴۵۱ <sup>**</sup>	۵/۸۷۲ <sup>**</sup>	۱۳۱/۰۵۶ <sup>**</sup>	۶/۱۴۰ <sup>*</sup>	۰/۰۵۸ <sup>ns</sup>	۴/۸۰۰ <sup>**</sup>
خطا	۲۴	۴/۴۹۸	۴/۴۰۱	۰/۷۰۱	۲/۸۳۳	۲/۷۸۲	۰/۰۵۲	۰/۳۱۷
ضریب تغییرات٪		۱۰/۲۸	۲/۰۴	۱/۹۱	۱/۷۴	۷/۸۱	۵/۳۶	۹/۱۹

<sup>ns</sup>، <sup>\*\*</sup> و <sup>\*</sup>: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.



شکل ۱. تاثیر مدیریت های مختلف آبیاری بر عملکرد محصول بادمجان



شکل ۲. تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد محصول بادمجان

### عمق ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده معنی دار بودن سطوح مختلف کود نیتروژن و اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر عمق ریشه در سطح احتمال ۱ درصد بود، در حالی که اثر مدیریت آبیاری بر عمق ریشه معنی دار نشد (جدول ۴). شرایط کودی نشان دهنده برتری تیمار کودی ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ارتفاع ریشه ۴۶/۳ سانتی‌متر می باشد (جدول ۵). اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین عمق ریشه با ۵۲/۵ سانتی-متر مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد و مقدار کود مصرفی ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار است (جدول ۶). لازمه تولید عملکرد بالا رشد سالم ریشه در گیاه است. زیرا ریشه فعالیت‌های جذب آب و مواد معدنی، استقرار گیاه در خاک، ذخیره و تکثیر را بر عهده داشته و منبعی برای هورمون‌های رشد است. کمی رطوبت خاک سبب تغییر

الگوی ریشه زنی شده و درصد کمتری از ریشه در لایه سطحی تمرکز یافته و قسمت اعظم آن در طبقات عمیق‌تر قرار می گیرند که آبیاری می تواند این روند را معکوس کند. کوددهی برای بروز خصوصیات ذاتی ریشه مناسب است و از آنجایی که افزایش میزان نیتروژن، برای رشد ساقه مطلوب‌تر از ریشه است، این امر سبب افزایش نسبت ساقه به ریشه خواهد شد. لذا این احتمال وجود دارد که افزایش میزان نیتروژن سبب مصرف کربوهیدرات‌های ساخته شده توسط بخش هوایی گیاه شود که افزایش رشد هوایی، سبب سایه‌اندازی روی برگ‌های پایین‌تر شده و این امر شرایط را نامناسب خواهد نمود. به علاوه زیاده نیتروژن موجب افزایش اکسین شده که می‌تواند رشد ریشه را متوقف گرداند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۹).

جدول ۵. مقایسه میانگین ساده پارامترهای اندازه گیری شده در شرایط آبیاری و کود نیتروژن

تیمارها	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	عمق ریشه (سانتی متر)	تعداد برگ (در مترمربع)	طول محصول (سانتی متر)	قطر محصول (سانتی متر)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
مدیریت آبیاری						
بدون آبیاری	۱۰۷/۸ a	۴۵/۴ ab	۱۰۹ ab	۲۴/۰ b	۴/۵ ab	۷/۳۵ a
۶۰ درصد نیاز آبی گیاه	۹۷/۲ a	۴۵/۱ ab	۸۲ b	۱۹/۰ c	۳/۹ bc	۵/۲۶ c
۸۰ درصد نیاز آبی گیاه	۹۱/۴ a	۳۵/۱ b	۸۱ b	۱۴/۳ d	۳/۴ c	۶/۸۳ b
۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه	۱۱۴/۱ a	۵۰/۰ a	۱۱۲ a	۲۷/۹ a	۵/۰ a	۷/۹۰ a
سطوح کود نیتروژن						
بدون کود	۹۳/۵ d	۴۱/۱ d	۸۶ d	۱۸/۴ d	۳/۸ d	۴/۳۶ c
۹۰ کیلوگرم در هکتار	۹۹/۵ c	۴۲/۹ c	۹۴ c	۲۰/۰ c	۴/۱ c	۵/۴۲ b
۱۲۰ کیلوگرم در هکتار	۱۰۹/۹ a	۴۶/۳ a	۱۰۴ a	۲۴/۲ a	۴/۶ a	۷/۴۵ a
۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	۱۰۷/۵ b	۴۵/۳ b	۱۰۱ b	۲۲/۶ b	۴/۳ b	۷/۲۵ a

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل پارامترهای اندازه گیری شده در شرایط آبیاری و کود نیتروژن

مدیریت آبیاری	سطوح کود نیتروژن	عملکرد محصول (تن در هکتار)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	عمق ریشه (سانتی متر)	تعداد برگ (در مترمربع)	طول محصول (سانتی متر)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
بدون کود		۱۲/۱ l	۹۷/۴ gh	۴۱/۰ i	۹۹ e	۲۱/۷ ef	۵/۵۸ gh
بدون	۹۰ کیلوگرم در هکتار	۱۴/۴ k	۱۰۴/۰ e	۴۳/۸ h	۱۰۶ D	۲۳/۲ def	۶/۶۱ de
آبیاری	۱۲۰ کیلوگرم در هکتار	۱۷/۴ hi	۱۱۸/۷ c	۵۰/۰ bc	۱۲۱ b	۲۶/۶ bc	۷/۹۸ c
	۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	۲۰/۱ f	۱۱۱/۱ d	۴۶/۸ efg	۱۱۳ c	۲۴/۸ cde	۹/۲۳ b
بدون کود		۱۴/۲ k	۹۳/۲ i	۴۱/۷ i	۷۹ j	۱۵/۰ gh	۴/۴۹ i
۶۰ درصد	۹۰ کیلوگرم در هکتار	۱۵/۹ j	۹۵/۷ ghi	۴۵/۴ g	۸۱ ij	۱۷/۵ g	۵/۰۴ h
نیاز آبی	۱۲۰ کیلوگرم در هکتار	۱۷/۵ hi	۹۸/۳ fg	۴۶/۲ fg	۸۳ hi	۲۱/۵ f	۵/۵۵ gh
گیاه	۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	۱۸/۸ h	۱۰۱/۵ ef	۴۷/۳ ef	۸۷ g	۲۲/۰ ef	۵/۹۶ fgh
بدون کود		۲۱/۱ ef	۸۷/۴ j	۳۲/۷ l	۷۸ j	۱۳/۰ h	۶/۰۳ efg
۸۰ درصد	۹۰ کیلوگرم در هکتار	۲۲/۱ e	۸۹/۲ j	۳۴/۶ k	۷۹ j	۱۳/۸ h	۶/۳۲ ef
نیاز آبی	۱۲۰ کیلوگرم در هکتار	۲۶/۹ d	۹۴/۸ ghi	۳۶/۸ j	۸۴ gh	۱۵/۸ gh	۷/۷۱ cd
گیاه	۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	۲۵/۳ de	۹۴/۳ hi	۳۶/۴ j	۸۳ hi	۱۴/۶ gh	۷/۲۴ cde
بدون کود		۱۹/۱ g	۹۶/۳ ghi	۴۹/۰ cd	۹۰ f	۲۳/۸ cdef	۴/۲۰ ij
۱۰۰	۹۰ کیلوگرم در هکتار	۲۹/۸ c	۱۰۹/۱ d	۴۸/۰ de	۱۱۲ c	۲۵/۷ cd	۶/۵۵ def
درصد نیاز	۱۲۰ کیلوگرم در هکتار	۵۱/۹ a	۱۲۷/۹ a	۵۲/۵ a	۱۲۷ a	۳۳/۰ a	۱۱/۴۲ a
آبی گیاه	۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	۴۲/۹ b	۱۲۳/۰ b	۵۰/۷ b	۱۲۲ b	۲۹/۲ b	۹/۴۴ b

**تعداد برگ**

آبیاری نشان داد که تعداد برگ در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد، بیشترین تعداد برگ را با میانگین ۱۱۲ برگ، نسبت به تیمارهای دیگر دارد (جدول ۵). شرایط کودی نشان دهنده برتری تیمار کودی ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تعداد ۱۰۴ برگ می باشد (جدول ۵) و با نتایج تحقیق Vos و همکاران (۲۰۰۴) که کود نیتروژن را عامل

مدیریت آبیاری بر تعداد برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده معنی دار بودن کود نیتروژن و اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود نیتروژن بر تعداد برگ در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۴). تاثیر سطوح مختلف



افزایش تعداد برگ در گیاه معرفی کردند، یکسان است. اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین تعداد برگ با میانگین ۱۲۷ عدد مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد و مقدار کود مصرفی ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (جدول ۶).

### طول و قطر محصول

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که مدیریت آبیاری و کود نیتروژن بر طول و قطر محصول در سطح احتمال یک معنی‌دار بود (جدول ۴). اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود نیتروژن بر طول محصول در سطح احتمال پنج معنی‌دار بود در حالی که اثر متقابل آن‌ها بر قطر محصول معنی‌دار نشد (جدول ۴). بیشترین مقدار طول و قطر محصول در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۲۷/۹ و ۵ سانتی‌متر مشاهده شد که نسبت به تیمارهای دیگر دارای بیشترین مقدار بود (جدول ۵). در شرایط کودی، بیشترین مقدار مربوط به تیمارهای ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با طول ۲۴/۲ و قطر ۴/۶ سانتی‌متر می‌باشد که نشان دهنده تفاوت معنی‌دار آن‌ها با سایر تیمارها بود (جدول ۵). در اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بیشترین طول محصول با میانگین ۳۳ سانتی‌متر مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد و مقدار کود مصرفی ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (جدول ۶).

### میزان کارایی مصرف آب

نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی‌دار بودن مدیریت آبیاری و کود نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها بر میزان کارایی مصرف آب در سطح احتمال یک درصد است (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کارایی مصرف آب در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی، با ۷/۹۰ کیلوگرم بر متر مکعب نسبت به تیمارهای دیگر

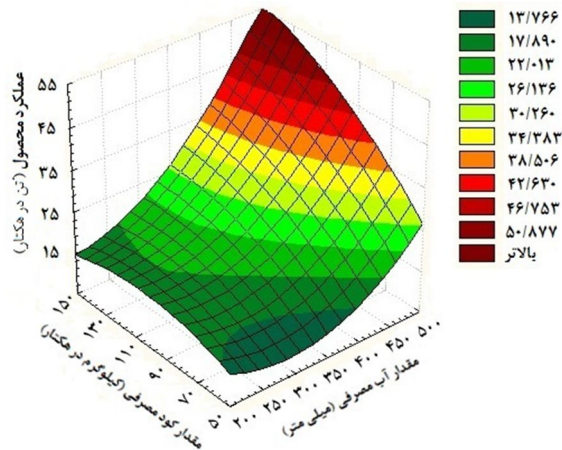
دارای بیشترین مقدار بود (جدول ۵). مقدار کودی ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، حداکثر میزان کارایی مصرف آب را به ترتیب با میانگین ۷/۴۵ و ۷/۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب دارا می‌باشد (جدول ۵). در اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن حداکثر کارایی مصرف آب در تیمار ۱۰۰ درصد با مقدار کود مصرفی ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۱/۴۲ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد (جدول ۶). کارایی مصرف آب یکی از خصوصیات مهم فیزیولوژیک است که نشان دهنده توانایی گیاه در مقابله با تنش آبی می‌باشد (Daniels and Scoot, 1991). Aujla و همکاران (۲۰۰۷) حداکثر میزان کارایی مصرف آب در گیاه بادمجان را در شرایط آبیاری و کود نیتروژن، حدود ۱۱/۹۹ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش نمودند و نتیجه گرفتند که بهبود کارایی مصرف آب می‌تواند باعث افزایش عملکرد محصول در واحد سطح شود. در تحقیقی دیگر Tekinel و Cevik (۱۹۸۸) کارایی مصرف آب در بادمجان را در محدوده ۹/۸۰ تا ۱۰/۲۲ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش کردند.

در بین نهادهای زراعی، نقش آب و مدیریت آبیاری به مراتب بیشتر و مؤثرتر از کود نیتروژن است. آب آبیاری عاملی محدودکننده و استحصال و مصرف آن بر هزینه است. لذا تعیین میزان تولید به ازای هر واحد آب مصرفی دارای توجه ویژه‌ای است. با توجه به این‌که در این مطالعه تلفیق دو نهاده آب و کود مد نظر بود، بنابراین تعیین حد مطلوب مصرف آب، میزان مناسب مصرف کود را نیز تعیین خواهد کرد. لذا در معادله‌های ۴ و ۵ و شکل‌های ۳ و ۴ ارتباط بین میزان آب مصرفی و مقادیر مختلف کود نیتروژن با عملکرد محصول و کارایی مصرف آب نشان داده شده است.

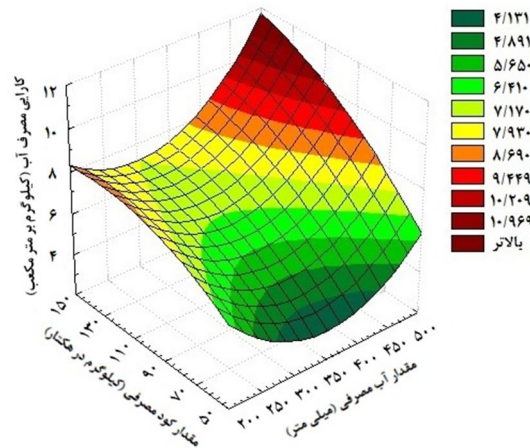
$$Y = 39/961 - 0/276I + 0/138N + 0/003913I^2 + 0/0009391NI - 0/002N^2 \quad (4)$$

$$WUE = 14/785 - 0/086I + 0/069N + 0/0001133I^2 + 0/000118NI - 0/0003463N^2 \quad (5)$$

$Y =$  عملکرد محصول (تن در هکتار)  $I =$  میزان آب مصرفی (میلی متر)  
 $WUE =$  کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)  $N =$  مقدار کود مصرفی (کیلوگرم نیتروژن در هکتار)



شکل ۳. ارتباط میزان آب مصرفی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد محصول



شکل ۴. ارتباط میزان آب مصرفی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر میزان کارایی مصرف آب

هکتار، بالاترین مقدار را دارا می باشد، از این رو حد بهینه برای شرایط آبیاری با توجه به مدیریت های آبیاری و کود نیتروژن، مدیریت ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار است.

#### همبستگی ساده صفات زراعی

همبستگی ساده صفات در شرایط مدیریت آبیاری و کود نیتروژن نشان داد که عملکرد محصول با کلیه پارامترها در سطح احتمال ۱ درصد مثبت و معنی دار بود (جدول ۷). بیشترین همبستگی عملکرد محصول با کارایی

با توجه به شکل های ۳ و ۴ به وضوح می توان مشاهده نمود که افزایش آب مصرفی منجر به افزایش عملکرد محصول می شود که نسبت به افزایش کود نیتروژن تاثیر بیشتری بر افزایش عملکرد محصول دارد، مقدار عملکرد محصول و کارایی مصرف آب از مقدار آب مصرفی ۴۵۰ میلی متر در طول فصل زراعی به بالاتر افزایش مشاهده نمی شود، افزایش کود نیتروژن در کلیه مقادیر آب مصرفی از ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به بالا هیچ گونه تاثیر بر افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب ندارد. به طوری که مقدار کارایی مصرف آب در کود نیتروژن ۱۲۰ کیلوگرم در

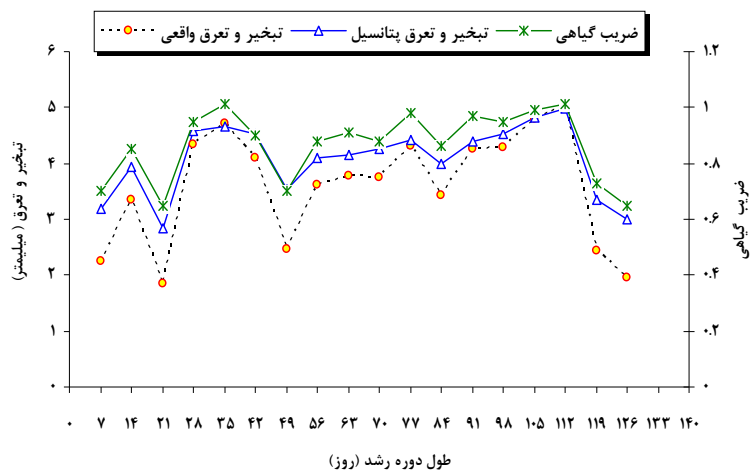
مصرفی، یکی از اولین نشانه‌های کاهش ارتفاع گیاه و کوتاه شدن طول و قطر محصول و متعاقب آن کاهش عملکرد در محصول است.

مصرف آب، به مقدار ۰/۸۱ به دست آمد. مقدار کارایی مصرف آب بیشترین همبستگی مثبت را با اندازه محصول (طول و قطر محصول) داشت، زیرا روند کاهش اندازه محصول به علت تنش آبی و کاهش مقدار نیتروژن

جدول ۷. ضرایب همبستگی ساده صفات مورد مطالعه در گیاه بادمجان در شرایط مدیریت آبیاری و کود نیتروژن

صفات مورد مطالعه	عملکرد محصول	ارتفاع گیاه	ارتفاع ریشه	تعداد برگ در مترمربع	طول محصول	قطر محصول	کارایی مصرف آب
عملکرد محصول	۱						
ارتفاع گیاه	۰/۶۵۶**	۱					
ارتفاع ریشه	۰/۵۷۳**	۰/۸۹۴**	۱				
تعداد برگ در مترمربع	۰/۶۶۳**	۰/۹۴۴**	۰/۸۱۵**	۱			
طول محصول	۰/۷۹۰**	۰/۷۲۵**	۰/۷۴۵**	۰/۸۰۶**	۱		
قطر محصول	۰/۷۳۶**	۰/۷۵۰**	۰/۷۸۶**	۰/۸۱۸**	۰/۹۵۶**	۱	
کارایی مصرف آب	۰/۸۱۰*	۰/۷۸۳**	۰/۶۷۴۷**	۰/۸۴۰**	۰/۸۸۲**	۰/۸۵۳**	۱

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.



شکل ۵. تغییرات ضرب گیاهی و تبخیر-تعرق در طول دوره رشد

شهریورماه، ضرب گیاهی کاهش یافته و در پایان فصل به مقدار ۰/۶۵ تنزل پیدا نمود.

در این آزمایش ضرب مربوط به حساسیت محصول به تنش ( $K_p$ ) معادل ۱/۰۶ به دست آمد که با عدد ارائه شده در نشریه ۳۳ فائو که ضرب حساسیت عملکرد در بادمجان را یک معرفی نمود تقریباً یکسان است. انتصاری و همکاران (۱۳۸۶) در پژوهشی، ضرب حساسیت

بررسی تغییرات ضرب گیاهی نشان می‌دهد (شکل ۵) که در ابتدای فصل رشد مقدار ضرب گیاهی ( $K_e$ ) دارای مقدار ۰/۷۰ بوده که با گذشت زمان و تغییر شرایط آب و هوایی به خصوص دما و ظهور برگ‌ها و افزایش آن‌ها در هر بوته میزان ضرب افزایش یافت، به طوری که مقدار آن در محدوده ۰/۸ تا ۰/۹ متغیر بود. به تدریج با برداشت چین‌های متوالی محصول و کاهش نسبی دما در اواخر

محصول برای بادمجان را ۰/۹ بیان کردند و این به آن معنی است که حساسیت بادمجان به تنش رطوبتی کم بوده و بادمجان در مقام مقایسه با سایر سبزیجات، با کنترل موثر روزنه‌ها روی تعرق و تنظیم بهتر فرآیند اسمز، بهتر می‌تواند تعادل آبی خود را حفظ کند. لذا در مواردی که با تنش مواجه شود سریع‌تر از سایر سبزیجات قادر به جبران کمبود آب است.

### نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تیمار آبیاری ۱۰۰ نیاز آبی گیاه، منجر به حداکثر مقدار عملکرد محصول به میزان ۳۵/۹ تن در هکتار شد و در شرایط مدیریت کود نیتروژن مقدار کود ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین میزان عملکرد محصول به مقدار ۲۵/۹ تن در هکتار را دارا بود. اثر متقابل مدیریت آبیاری و کود نیتروژن حاکی از برتری تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد و مقدار کود مصرفی ۱۲۰

کیلوگرم نیتروژن در هکتار با عملکرد ۵۱/۹۷ تن در هکتار بود. بیشترین مقدار کارایی مصرف آب در مدیریت آبیاری ۱۰۰ نیاز آبی گیاه و مقدار کود نیتروژن مصرفی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به مقدار ۱۱/۴۲ مشاهده شد. همبستگی صفات در شرایط مدیریت آبیاری و کود نیتروژن نشان داد که عملکرد محصول با کلیه پارامترها همبستگی مثبت و معنی‌دار بوده و بیشترین همبستگی عملکرد با طول محصول است. مقدار ضریب گیاهی در طول دوره رشد بین ۰/۸ تا ۰/۹ متغیر بود در حالی که ضریب حساسیت ( $K_p$ ) بادمجان به تنش ۱/۰۶ به دست آمد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان مدیریت آبیاری با ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و مصرف کود ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را به عنوان مدیریت مناسب برای گیاه بادمجان در شرایط استان گیلان پیشنهاد نمود.

### فهرست منابع

- بی‌نام. ۱۳۹۰. بانک اطلاعات و آمار جهاد کشاورزی استان گیلان. چاپ مرکز آمار ایران. ۲۸۷ صفحه.
- توکلی، ع.، لیاقت، ع. و علیزاده، ا. ۱۳۹۲. تعیین عوامل موثر بر توابع اقلیمی جو دیم و تحلیل حساسیت آن در مناطق سرد و نیمه سرد استان لرستان. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۳ (۲): ۵۷-۷۲.
- فتحی، پ. و سلطانی، م. ۱۳۹۱. بهینه‌سازی کارایی مصرف آب و عملکرد سیب‌زمینی با استفاده از تئوری آنالیز حاشیه‌ای. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۲ (۲): ۸۵-۹۳.
- کریمی، ا.، معزاردلان، م.، همائی، م.، لیاقت، ع. و رئیسی، ف. ۱۳۸۶. کارایی مصرف کود در آفتابگردان با سیستم اثر کود-آبیاری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم. شماره (۴۰): ۵۶-۷۶.
- کریمی، ا.، همائی، م.، معزاردلان، م.، لیاقت، ع. و رئیسی، ف. ۱۳۸۵. اثر کود-آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب در ذرت به روش آبیاری قطره‌ای - خطی. مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی سال دوازدهم. شماره (۳): ۵۶۱-۵۷۵.
- کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ. ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.
- نجفی مود، م. ۱۳۸۴. طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۷۸ صفحه.
- انتصاری، م.، خیرابی، ج.، فرش، ع.، حیدری، ن.، علائی، م. و وزیر، ژ. ۱۳۸۶. کارایی مصرف آب در کشت گلخانه‌ای. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. شماره انتشار: ۱۱۱. ۱۸۰ صفحه.
- سپاسخواه، ع. ر.، ع. توکلی و ف. موسوی. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران. ۲۸۷ صفحه.

Aujla, M.S., Thind, H.S. and Buttar, G.S. 2007. Fruit yield and water use efficiency of eggplant (*Solanum melongema L.*) As influenced by different quantities of nitrogen and water applied through drip and furrow irrigation. *Scientia Horticulturae* 112: 142-148.

- Aujla, M.S., Thind, H.S., and Buttar, G.S. 2005. Cotton yield and water use efficiency at various levels of water and N through drip irrigation under two methods of planting. *Agric. Water Manage.* 71: 167-179.
- Chartzoulakis, K. and Drosos, N. 1995. Water use and yield of greenhouse grown eggplant under drip irrigation. *Agric. Water Manage.* 28: 113-120.
- Daniels, M.B. and Scoot. H.D. 1991. Water use efficiency of double cropped wheat and soybean. *Agron. J.* 83:564-570.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33, FAO, Rome, Italy, 193 pp.
- Hamdy, A. 2001. Agricultural water demand management: a must for water saving. In: *Advanced Short Course on Water Saving and Increasing Water Productivity: Challenges and Options.* Faculty of Agriculture, University of Jordan, Amman. Jordan. pp. B 18.1-b 18.30.
- Hanson, B. and May. D. 2004. Effect of subsurface drip irrigation on processing tomato yield, water table depth, soil salinity, and profitability. *Agricultural Water Management* 68: 1-17.
- Hazra, H., Rout, A. Roy, U. Nath, S. Roy, T. Dutta, R. Acharya, S. and Mondal, A.K. 2003. Characterization of brinjal (*Solanum melongena L.*) germplasm. *Veg. Sci.* 30: 145-149.
- Kocheiki, E., and Soltani, A. 1997. Principle of agricultural practice in arid environment (translated). Education of Agriculture Press. 942 pp.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. In: Marschner, H. Function of mineral nutrients: Microelements. Pp. 313-324. 2nd edition, Academic Press Inc., London.
- Navalawala, B.N. 1991. Water logging and its related issues in India. *J. Irrigation Power* 1,55-64.
- Pal, S., Saimbhi, M.S. Bal, S.S. 2002. Effect of nitrogen and phosphorus levels on growth and yield of brinjal hybrid (*Solanum melongena L.*). *Veg. Sci.* 29: 90-91.
- Paterson, B. 2002. Food production, poverty alleviation and environmental challenges as influence by limited water resources and population growth. *Proceeding of 18th Congress on Irrigation and Drainage, General Reports, Vol. C1: 1-23.*
- Pruitt, W.O., Fereres, E. Martin, P.E. Singh, H. Henderson, D.W. Hagan, R.M. Tarantino, E. and Chandio, B. 1989. Microclimate, evapotranspiration, and water use efficiency for drip and furrow irrigated tomatoes. *International Conference on Irrigation and Drainage (ICID) 12th Congress, Q 38, R 22, PP.367-393.*
- Sarker, B.C., Hara, M., and Uemura, M. 2005. Proline synthesis, physiological responses and biomass yield of eggplants during and after repetitive soil moisture stress. *Sci. Hortic.* 103: 387-402.
- Schjoerring, J.K. 1995. Nitrogen incorporation and remobilization in different shoot components of field-grown winter oilseed rape (*Brassica napus L.*) as affected by rate of nitrogen application and irrigation. *Plant Soil* 177: 255-264.
- Sing, N.P. and Sinka, S.K. 1997. Water use efficiency in crop production. In: *Water requirement and irrigation management of crops in India*, ed. Water technology center. Pp, 289-335. Indian Agricultural Research Institute. New Delhi.
- Stewart, B.A. and Nielsen. D.R. 1990. Irrigation of agricultural crops. ASA, No. 30, Madison, Wisconsin.
- Tekinel, o. and Cevik, B. 1988. Chapter 2. Trickle Irrigation Experiments in Turkey. *Netwotk. idrc.ca/ev-42826-201-1-00topic.2004.*
- Vos, J., Van der Putten, P.E. L. and Birch. C. J. 2004. Effect of nitrogen supply on leaf appearance, leaf growth, leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in maize (*Zea mays L.*). *Field Crops Research.*
- Weyhrich, R.A., Carver, B.F. and Martin, B.C. 1995. Photosynthesis and wateruse efficiency of awned and awnleted nearisogenic lines of hard red winter wheat. *Crop Sci.* 35: 172-176.
- Wright, P.R., Morgan J.M. and Jessop. R.S. 1996. Comparative of canola (*Brassica napus L.*) and Indian mustard (*Brassica juncea*) to soil water deficits: plant water relations and growth. *Field Crops. Res.* 42: 453-470.



## Estimation of Production Function and Water Use Efficiency on Eggplant in Drip Irrigation and Nitrogen Fertilizer

Ali Abdzad Gohari<sup>1\*</sup>, Ebrahim Amiri<sup>2</sup> and Amin Alizadeh<sup>3</sup>

1\*) Young Researchers and Elite Club, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Islamshahr, Iran

\*Corresponding author email: [abdzadgohari\\_a@yahoo.com](mailto:abdzadgohari_a@yahoo.com)

2) Associate Professor, Islamic Azad University of Lahijan, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Lahijan, Iran

3) Professor, Department of Water Engineering, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 05-04-2015

Accepted: 14-11-2015

### Abstract

Access to irrigation scheduling and water and nitrogen management effects on growth of eggplant, because it can increase the yield of the proper management of water and fertilizer is needed. The present study was undertaken to investigate the possibility of reducing water consumption at eggplant plants using drip irrigation tape (Tape) and appropriate amount of nitrogen fertilizer and its effect on crop yield and the production function and Crop coefficient ( $K_c$ ) and Crop drought resistance factor ( $K_y$ ), in a randomized complete block design with three replications in the city of Astaneh Ashrafiyeh in 2010 crop year. Main plots consisted of non-irrigated (dryland) and drip irrigation management, 60, 80 and 100% of crop water requirement and two minor amounts of nitrogen including zero, 90, 120 and 150 kg.N.ha<sup>-1</sup> were applied. The results showed that Drip irrigation at 100% of crop water management with the application of 120 kg.N.ha<sup>-1</sup> produced maximum yield was with 51.9 ton.ha<sup>-1</sup>. WUE values varied in the range of 4.20 to 11.42 kg/m<sup>3</sup> in relation to nitrogen management and irrigation had a greater effect on yield. Crop coefficient obtained during the growing season varies for Eggplant was between 0.8 to 0.9 while resistance factor was  $K_y=1.06$ . The results showed that there were significant differences in plant height and length of the roots in irrigation management, and content management across the product nitrogen. But yield, number of leaves, length and width of the product and water use efficiency of eggplant were affected by the amount of irrigation water and fertilizer and their interactions.

**Keywords:** crop coefficient, eggplant, irrigation management, yield