مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۱۳، شماره ۳. پاییز ۱۴۰۰

مجله پژوهش‌های به زراعی

نقش محرک‌های رشد در بهبود عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) تحت سطوح مختلف آبیاری در شهرستان خوی

محمد کاظم علیلو[۱]، محسن رشدی[۲*]، ساسان رضادوست[۲]، جواد خلیلی محله[۲]

۱-دانشجوی دکتری اگروتکنولوژی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران

۲-استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۱۲

چکیده

به منظور بررسی واکنش عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک لوبیا قرمز به کاربرد محرک‌های رشد تحت سطوح مختلف آبیاری، آزمایشی به صورت طرح اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در روستای پیرموسی شهرستان خوی طی سال ۱۴۰۰ اجرا گردید. آبیاری به عنوان عامل اصلی در سه سطح آبیاری در ۸، ۱۱ و ۱۴ روز یک‌بار و ترکیبات محرک رشد به عنوان عامل فرعی در ۵ سطح شامل مصرف اسید هیومیک همراه آب آبیاری، محلول پاشی آمینو اسید، محرک ریشه زایی، پتاسیم و عدم کاربرد محرک‌های رشد (شاهد) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که آبیاری بر تمام صفات مورد بررسی و مواد محرک رشد نیز بر محتوی آب نسبی برگ، کلروفیل a ، درصد پروتئین، تعداد شاخه جانبی، عملکرد دانه و شاخص برداشت تاثیر معنی داری داشت. اثرمتقابل دو عامل بر تعداد شاخه جانبی، عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود. کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش عملکرد دانه شد و با افزایش کمبود آب تاثیر اسید هیومیک بر افزایش عملکرد دانه محسوس بود. بیش‌ترین عملکرد دانه به میزان ۳۰۷۶/۱۲ کیلوگرم در هکتار در سطح آبیاری ۸ روز یکبار و تیمار هیومیک اسید و کم‌ترین مقدار این صفت نیز به میزان ۱۲۲۰/۹۶ کیلوگرم در سطح آبیاری ۱۴ روز یکبار و تیمار شاهد مشاهده گردید. به نظر می‌رسد افزایش فاصله آبیاری‌ها در طول فصل رشد منجر به افت عملکرد و تنزل خصوصیات فیزیولوژیک از جمله شاخص سطح برگ، کلروفیل و محتوی آب نسبی برگ گردید و مصرف ترکیباتی مانند هیومیک اسید توانست تا حدودی اثرات کاهشی تنش خشکی را تعدیل نماید.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، شاخص برداشت، عملکرد پروتئین، میزان آب نسبی برگ، محرک رشد

* نگارنده مسئول (Roshdi_M@Iaukhoy.ac.ir)

مقدمه

لوبیا گیاهی یک‌ساله، علفی و خودگشن از تیره حبوبات (Fabaceae) حبوبات است که به عنوان یکی از منابع تامین غذای انسان دارای پروتئینی در حد بالا، فسفر، آهن، ویتامین‌های B_1، C و فیبر بوده که فاقد کلسترول است (Wondimu *et al*., 2017). بهبود کارایی مصرف و استفاده بهینه از منابع آب به عنوان یکی از محورهای اصلی کشاورزی پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک مطرح است (Ahmed *et al*., 2010). در حین کمبود آب، حفظ پتانسیل آب گیاه برای ادامه رشد ضروری است و می‌تواند از طریق مکانیسم‌های تنظیم اسمزی ناشی از تجمع محلول‌های سازگار نظیر پرولین و هیدرات‌های کربن در سیتوپلاسم به دست آید (Ajithkumarand *et al*., 2013). گیاه لوبیا به تنش خشکی حساس بوده و عملکرد آن حتی در دوره‌های کوتاه مدت تنش صدمه می‌بیند. تنش خشکی باعث کاهش محتوای رطوبتی، منفی‌تر شدن پتانسیل آب برگ و نزول فشار آماس، انسداد روزنه و کاهش بزرگ شدن سلول و رشد آن می‌شود. هم‌چنین تنش شدید آب می‌تواند توقف فتوسنتز، اختلال سوخت و ساز و سرانجام مرگ گیاه را به دنبال داشته باشد (Jaleel *et al*., 2009).

استفاده از کودهای طبیعی، از جمله اسید هیومیک بدون اثرات مخرب زیست محیطی جهت بالا بردن عملکرد می‌تواند موثر باشد (Rezazadeh *et al*., 2012). ساکی‌نژاد و همکاران (Sakinejad *et al*., 2011) به این نتیجه رسیدند که اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت شد. تحقیقات نشان داده است، رشد قسمت-های هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هیومیک تحریک می‌شوند، ولی اثر آن بر روی ریشه و جذب عناصر غذایی برجسته‌تر است (Sabzevari *et al*., 2009). کاهش مقدار کلروفیل بر اثر تنش خشکی می‌تواند به دلیل تغییر متابولیسم نیتروژن و در نتیجه ساخت ترکیباتی نظیر پرولین باشد که در چنین شرایطی در تنظیم اسمزی نقش دارد

(Sorkhi *et al*., 2015). محتوای نسبی آب (RWC) برگ گیاهان با افزایش سطوح تنش آبی کاهش می‌یابد. انتظار بر این است که در شرایط معمول، RWC گیاه نزدیک ۱۰۰ درصد و پتانسیل آبی متمایل به صفر باشد. اختلاف بین ارقام از نظر RWC را می‌توان برای انتخاب ژنوتیپ‌های پر محصول که تحت تنش آبی متورم شدن (تورژ سانس) یاخته‌ای خود را به طور نسبی در سطح بالا حفظ می‌کنند (Karir *et al*., 2006). کاربرد عصاره جلبک دریایی باعث افزایش رشد گیاه، تعداد برگ، تحریک رشد ریشه، تسریع زمان گلدهی و افزایش تشکیل میوه، تاخیر در پیری برگ و بهبود مقاومت به تنش‌های محیطی از قبیل خشکی، شوری و درجه حرارت و افزایش کمیت و کیفیت میوه می‌شود (Shokouhifar *et al*., 2016). محلول پاشی ماده زیست محرک عصاره جلبک دریایی با غلظت ۰/۰۲ در گیاه لوبیا سبز، وزن و تعداد دانه و مقدار پروتئین دانه را افزایش داد (Kocira *et al*., 2018). تحقیقات مختلفی در رابطه با تاثیر تنش کم آبی بر گیاه لوبیا انجام گرفته است. بر همین اساس گزارش گردیده که تنش خشکی در لوبیا با کاهش فشار تورژسانس سبب کاهش شاخص سطح برگ و تعداد برگچه شده و در نتیجه فتوسنتز کاهش می‌یابد (Hu *et al*., 2013). به دنبال کاهش توان فتوسنتزی در گیاه، عملکرد زیست توده، وزن دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Munz Perea *et al*., 2006). در آزمایش گزارش شده تحت شرایط تنش خشکی، ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد گیاه لوبیا به طور معنی‌داری کاهش یافت (Sadat Rasti *et al*., 2014). تنش خشکی در لوبیا سبب کاهش کلروفیل و عملکرد دانه گردید، ولی درصد پروتئین دانه افزایش یافت (Davoodi *et al*., 2018). Mohammadi *et al*., (2018) گزارش کردند که در شرایط کم آبی، خشکی باعث کاهش شاخص سطح برگ، اجزای عملکرد، عملکرد دانه و شاخص برداشت در لوبیا می شود.

با توجه به اهمیت کمبود آب و نقش محرک‌های رشد در زراعت محصول لوبیا و بر هم‌کنش این دو عامل برای تعیین عملکرد لوبیا قرمز، انجام این پژوهش ضروری به‌نظر می‌رسد. هدف اصلی این پژوهش بررسی پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز به تنش کم آبی با هدف افزایش راندمان مصرف آب در کنار حداقل افت عملکرد دانه بود. به علاوه تعیین بهترین محرک رشد در هر سطح تنش کم آبی با هدف دستیابی به راندمان آب بالاتر، از دیگر اهداف بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر محرک‌های رشد بر برخی صفات فیزیولوژیک و عملکرد دانه لوبیا قرمز تحت سطوح مختلف آبیاری در مزرعه-ای واقع در منطقه پیرموسی شهرستان خوی با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۴ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۵۷ متر در سال ۱۴۰۰ به اجرا درآمد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

این پژوهش به صورت طرح اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در ۴۵ کرت اجرا شد. عامل اصلی شامل آبیاری در سه سطح ۸، ۱۱ و ۱۴ روز یک‌بار و عامل فرعی شامل پنج سطح اسید هیومیک ۹۵درصد (ترکیبات سازنده: اسید فولویک ۱۵ درصد، اسید هیومیک ۳۵ درصد، جلبک دریایی ۳۰درصد و پتاسیم ۱۵درصد)، آمینو اسید ۲۵ درصد (ترکیبات سازنده: آمینو اسید ۲۵ درصد، اسید اسکوربیک ۱ درصد، ویتامین ب۱ ، ۱۰۰ پی پی ام ، اسید فولویک ۳ درصد)، محرک ریشه‌زایی (ترکیبات سازنده: فسفر۱۸ درصد ، نیتروژن کل ۵ درصد ، اسید فولویک ۲۵ درصد و ماده آلی ۲۵ درصد)، پتاسیم ۳۰ درصد (ترکیبات سازنده: پتاسیم ۳۰ درصد و اسید آمینه ۲۵ درصد) و عدم کاربرد محرک‌های رشد (شاهد) در نظر گرفته شد.

در این آزمایش برای کشت، از بذر اصلاح شده لوبیا قرمز رقم سان‌رای تلقیح شده با باکتری‌های ریزوبیوم لگومینوزاروم فازوئولی سویه R177 استفاده شد که از بخش خاک و

آب موسسه تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی تهیه گردید. رقم سان‌رای لوبیا قرمز رقمی پرمحصول، با طول دوره رسیدگی ۹۰ تا ۱۱۰ روز و مقاوم به بیماری-های ویروسی است. ارتفاع بوته این رقم بین ۳۰ تا ۴۰ سانتی متر، با غلاف‌های صاف با طولی بین ۱۰ تا ۱۴ سانتیمتر بوده و رنگ بذر قرمز مایل به قهوه ای و وزن هزار دانه ۲۸۰ گرم با متوسط عملکرد ۲ تا ۳ تن در هکتار است. به منظور آماده سازی زمین در فصل بهار عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، ایجاد جوی و پشته و کرت بندی انجام گرفت. هرکرت آزمایشی دارای ۵ ردیف کاشت به طول ۴ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی متر بوده و فاصله بوته‌ها در روی ردیف نیز ۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بین هر کرت با کرت بعدی دو خط نکاشت و بین بلوک‌ها ۱/۵ فاصله برای جلوگیری از انتقال آب در زمان اعمال تیمارهای آبی در نظر گرفته شد. کاشت بذور به صورت دستی در تاریخ ۲۵ اردیبهشت ماه و در عمق ۴-۵ سانتی متر روی ردیف‌ها انجام شد. بعد از کاشت جهت سبز شدن بذور، اولین آبیاری با استفاده از لوله به صورت نشتی انجام و آبیاری تمام کرت‌ها بر اساس سطوح فاکتور اصلی به ترتیب در ۸، ۱۱ و ۱۴ روز یکبار انجام گرفت. تیمارهای محلول‌پاشی شامل آمینو اسید ۲۵ درصد، محرک ریشه زایی و پتاسیم ۳۰ درصد بوده ولی تیمار اسید هیومیک ۹۵ درصد همراه با آب آبیاری در مرحله قبل از گل دهی و شروع غلاف بندی در دو نوبت به طور جداگانه اعمال شدند. در طول دوره رشد و نمو لوبیا قرمز کنترل علف‌های هرز به صورت دستی با کج بیل و طی چند مرحله انجام شد. همچنین برای تعیین شاخص سطح برگ توسط سطح سنج برگی مدل LI-3100c بر حسب سانتی متر مربع اندازه گیری شد. در این آزمایش صفات تعداد شاخه جانبی، شاخص سطح برگ و برداشت، میزان آب نسبی، کلرفیل a و b، عملکرد پروتئین و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. مقدار رطوبت نسبی برگ‌ها با استفاده از رابطه زیر بدست آمد:

$$RWC = \frac{WF - WD}{WT - WD} \times 100$$

WD، WF و WT به ترتیب وزن خشک، تر و آماس برگ‌ها می‌باشد.

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل در این آزمایش، روش Dere *et al* (1998) مورد استفاده قرار گرفت.

برای برآورد صفات آزمایشی، ۱۰ بوته لوبیا از خطوط میانی هر کرت بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای انتخاب شد. پس از برداشت نهایی در ۱۵ شهریورماه، دانه‌ها به تفکیک تیمارها خشک و با لحاظ ۱۴ درصد رطوبت گزارش شد. عملکرد دانه پس از خشک کردن و رسیدن رطوبت دانه‌ها به ۱۴-۱۳ درصد، محاسبه شد. برای اندازه‌گیری شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک در عدد ۱۰۰ بدست آمد. پس از برداشت در ۱۵ شهریورماه، دانه‌های تمیز شده از هر تیمار با آسیاب خرد شدند. سپس پروتئین دانه از طریق حاصل‌ضرب غلظت نیتروژن دانه در عدد ۶/۲۵ به عنوان ضریب تبدیل به دست آمد. غلظت نیتروژن دانه در هر تیمار با دستگاه کجلدال تعیین شد. برای تعیین عملکرد پروتئین هم از حاصلضرب درصد پروتئین و عملکرد دانه هر تیمار استفاده گردید. پس از جمع آوری داده‌ها، نرمال بودن آن‌ها با استفاده از نرم افزار Minitab 14 انجام گردید، تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری MSTSTC (Ver 2.1) مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نیز در سطح احتمال ۵ درصد توسط آزمون دانکن انجام و شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

پتاسیم	فسفر	نیتروژن	کربن آلی	آهک	رس	سیلت	شن	اشباع	اسیدیته	شوری	بافت
(mg/kg)		کل			درصد						
۶۰۱/۲	۵۶/۰۲	۰/۱	۰/۸۴	۱۴/۱	۴۲	۴۳	۱۵	۶۲	۸/۱	۰/۸۶	سیلس رس

Sp: درصد رطوبت نسبی جرمی

نتایج و بحث

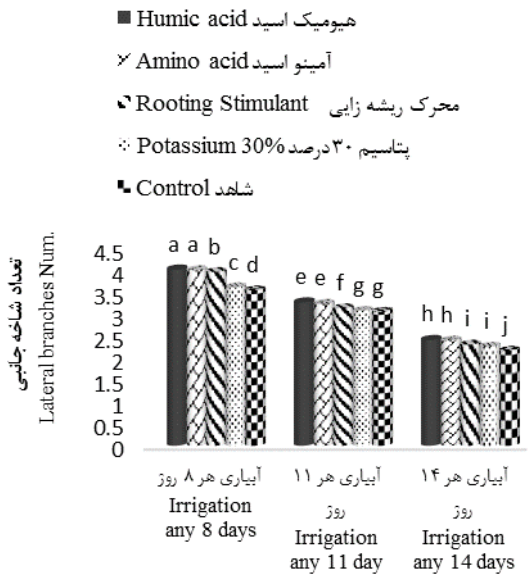
تعداد شاخه جانبی

اثر سطوح آبیاری و محرک‌های رشد و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد شاخه جانبی به احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار شد (جدول۲). در این بررسی بیش‌ترین تعداد شاخه جانبی به میزان ۴/۰۳ عدد در سطوح آبیاری ۸ روز و تیمار اسید هیومیک و کم‌ترین تعداد شاخه جانبی به میزان ۲/۳۱ عدد در سطوح آبیاری ۱۴ روز و شاهد (عدم مصرف) مشاهده گردید (شکل۱). به نظر می‌رسد تامین نیاز کامل آبی گیاه همراه با کاربرد اسید هیومیک فضای کافی جهت توسعه شاخه‌های جانبی را ایجاد نموده و باعث تولید حداکثر شاخه جانبی در تیمار مذکور گردید، به عبارتی دیگر سطوح دو فاکتور اثرات همدیگر را در این تیمار تشدید نمودند. از آنجایی که شاخه‌های جانبی می‌توانند تعیین کننده مقدار برگ‌ها و در نتیجه میزان فتوسنتز باشند بررسی این صفت در شرایط تنش از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Rafie Shirvan & Asghripoor, 2010).

همچنین موسوی و همکاران (Mousavi *et al*., 2005) گزارش کردند که با افزایش تنش خشکی، تعداد شاخه‌های جانبی در گیاه کاهش می‌یابد، ولی با مصرف محرک‌های رشد تعداد شاخه‌های فرعی افزایش می‌یابد که دلیل آن می‌تواند بر طرف شدن کاهش صدمه خشکی با مصرف محرک‌های رشد باشد که این نتیجه با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. تنش در مرحله رویشی لوبیا باعث کاهش فتوسنتز، تنزل گسترش سطح برگ‌ها و عدم تشکیل شاخه‌های جدید شده است (Sepehri *et al*., 2015).

کاهش شاخه‌های جانبی در شرایط تنش خشکی را می‌توان به عنوان یک مکانیسم سازگار در نظر گرفت، زیرا در مواقع تنش، گیاه رشد رویشی خود را سریع‌تر به پایان می‌رساند و وارد فاز زایشی می‌شود تا بتواند بقای نسل خود را حفظ کند (Eskandari *et al*., 2013). تاثیر مثبت کاربرد اسید هیومیک بر تعداد شاخه‌های جانبی در زمان گل‌دهی را می‌توان به تحریک جوانه‌های جانبی و رشد شاخه‌های فرعی نسبت داد

(Khan *et al*., 2012). اسید هیومیک با افزایش جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم باعث افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در گیاه می‌گردد (Taghadosi *et al*., 2012). ضمنا کاربرد اسید هیومیک می‌تواند منجر به جذب بهتر آب و انتقال مواد غذایی شده و از این طریق سبب افزایش رشد ریشه و در نتیجه افزایش تعداد شاخه‌های جانبی گردد (Moghbeli & Arvin, 2014). اسید هیومیک و جلبک دریایی کارایی بیش‌تری در کاهش اثرات تنش خشکی بر شاخه دهی گیاه لوبیا دارند از آنجا که Zhang & Ervin, (2004) در مطالعات خود نشان دادند که هیومیک اسید و جلبک دریایی، غلظت هورمون سیتوکنین را در گیاه بالا بردند.



شکل ۱: اثر متقابل سطوح آبیاری و محرک های رشد بر تعداد شاخه جانبی

Figure 1: Interaction of irrigation levels and growth stimuli on the number of lateral branches

شاخص سطح برگ

در بین عوامل آزمایشی، آبیاری تاثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ لوبیا قرمز در مرحله گل‌دهی داشت (جدول۲). بیش‌ترین شاخص سطح برگ مربوط به سطوح آبیاری ۸ روز و کم‌ترین شاخص سطح برگ در رژیم (آبیاری در ۱۴ روز) مشاهده شد (جدول۳). کاهش سطح برگ در تیمارهای با آبیاری کم به دلیل تخلیه رطوبتی خاک و کم شدن آن در دسترس گیاه می‌باشد که در نتیجه مانع از رشد سلولی می‌شود و در نهایت منجر به کاهش سطح برگ می‌شود (Emam *et al*., 2010). از مکانیسم‌های مهم در سازگاری گیاهان به تنش خشکی، کاهش سطح برگ با هدف کاهش سطح تعرق است (Abdol Jaleel *et al*., 2009).

در شرایط تنش شدید سرعت توسعه برگ افت کرده و رشد برگ ممکن است متوقف شود (Presad *et al*., 2008).

در طول دوره تنش کاهش سطح برگ در اثر تنش کم آبی، دلیل اصلی کاهش عملکرد است (Shao *et al*., 2008). مناسب نبودن تورژسانس سلولی، کاهش تقسیم سلولی و کاهش هدایت روزنه‌ای یا بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز و رشد گیاه را به همراه دارد که این‌ها از عوامل ثانویه کاهش سطح برگ قلمداد می‌شود (Mahpara *et al*., 2014). به نظر می‌رسد کمبود آب منجر به کاهش پتانسیل آب برگ و در نتیجه کاهش سطح برگ می‌گردد. در آزمایشی گزارش شده است که تنش خشکی باعث کاهش سطح برگ لوبیا قرمز نسبت به شرایط شاهد شده است (Emam *et al*., 2010). در بسیاری از گونه‌های گیاهی اصولا تنش خشکی، میزان رشد و سطح برگ گیاهان را کاهش می‌دهد (Hu *et al*., 2013).

بنابراین با افزایش خشکی طول برگ، عرض برگ و نیز سطح برگ کاهش می‌یابد.

کاهش سطح برگ یعنی کاهش اندام فتوسنتز کننده و زمانی که سطح برگ کاهش یابد به طور مسلم سایر اندام‌ها نیز تحت تاثیر کاهش فتوسنتز، کاهش خواهند یافت (Lotfi *et al*., 2014). تنش خشکی،

میزان توسعه برگ و در نهایت تعرق گیاهان را محدود می‌کند (Sikuku *et al*., 2010). بنابراین تنش خشکی عمدتا رشد برگ و به نوبه خود، سطح برگ را در بسیاری از گونه‌های گیاهی کاهش می‌دهد (Farooq *et al*., 2009).

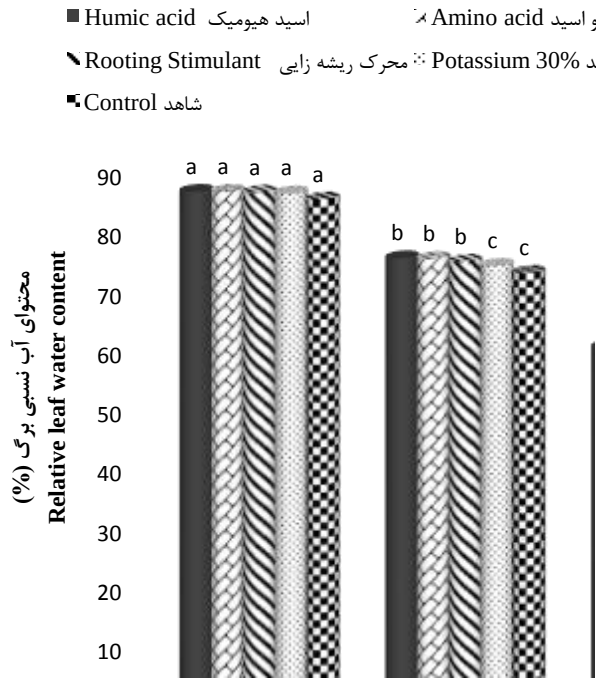
در مطالعه بر روی گیاه عدس مشخص شد که با کمبود آب، سطح برگ به شدت کاهش یافت که علت آن نیاز مبرم فرآیندهای تقسیم سلولی و رشد به فشار تورژسانس سلولی ذکر شد که آب نیروی محرکه آن است (Pagter *et al*., 2005). به نظر می‌رسد در این پژوهش با کم آبیاری و ایجاد تنش در مراحلی که گیاه می‌توانست حداکثر شاخص سطح برگ خود را داشته باشد، کمبود آب به عنوان عامل محدود کننده عمل کرده و باعث کاهش شاخص‌های مورفولوژیکی گیاه از جمله شاخص سطح برگ گردیده است.

میزان آب نسبی برگ

افزایش فاصله آبیاری‌ها میزان آب نسبی برگ را کاهش داد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح آبیاری و محرک‌های رشد و اثر متقابل آن‌ها بر میزان آب نسبی برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۲). در این بررسی بیش‌ترین میزان آب نسبی برگ در سطوح آبیاری ۸ روز یک‌بار و تیمار اسید هیومیک و کم‌ترین محتوای آب نسبی برگ در سطوح آبیاری ۱۴ روز یک‌بار و تیمار شاهد (عدم مصرف) مشاهده گردید (شکل۲). به نظر می‌رسد تامین نیاز کامل آبی گیاه همراه با کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش میزان آب نسبی برگ در تیمار مذکور گردید، به عبارتی دیگر سطوح دو فاکتور اثرات همدیگر را در این تیمار تشدید نمودند. بسیاری از محققان بر این عقیده اند که کاهش میزان رطوبت نسبی برگ در اثر تنش کم آبی مربوط به انسداد روزنه‌ها است و علت انسداد روزنه‌ها را تجمع هورمون آبسیزیک اسید می‌دانند. بین میزان محتوای رطوبت نسبی برگ و میزان رطوبت خاک رابطه مستقیم وجود دارد (Khan *et al*., 2012). به نظر می‌رسد کاربرد اسید هیومیک در شرایط تنش توانسته دسترسی بیش‌تر رطوبت

خاک را فراهم آورد و تحمل گیاه را نسبت به کمبود آب بیش‌تر نماید. به طوری که در سطح آبیاری ۱۴ روز یک‌بار اسید هیومیک بالاترین رطوبت نسبی برگ را داشت (شکل۳). گیاهان در شرایط تنش خشکی میزان آب سلول‌های خود را از طریق افزایش مواد اسمزی در درون بافت‌ها به حداقل می‌رسانند تا آب از بافت خاک با نیروی بیش‌تری وارد آن‌ها شوند. این امر موجب کاهش میزان آب نسبی در شرایط تنش خشکی می‌گردد. بررسی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با کاربرد اسید هیومیک از اثرات تنش خشکی کاسته شد.

در پژوهشی دیگر کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش محتوی آب نسبی برگ گردید (Mozafari *et al*., 2017). عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب در گیاه محتمل‌ترین دلیل کاهش محتوای آب نسبی برگ گیاه در شرایط تنش خشکی می‌باشد. در تنش خشکی به علت تعرق بالا، گیاه آب بیش‌تری از دست می‌دهد و در نتیجه محتوای آب نسبی برگ کاهش می‌یابد که با یافته‌های (Allahmoradi *et al*., 2013)، مطابقت داشت. مواد هیومیکی با افزایش جذب آب در گیاه، محتوای آب نسبی برگ را افزایش داده و در نتیجه با افزایش فشار تورژسانس در گیاه رشد و توسعه سلول‌های برگ را افزایش می‌دهند (Osman & Rady, 2014).



کلروفیل a

افزایش فاصله آبیاری‌ها به طور معنی‌داری مقدار کلروفیل a برگ را کاهش داد به طوری که در تیمار تنش شدید (آبیاری در ۱۴ روز یک‌بار) این کاهش در مقایسه با تیمار آبیاری نرمال (آبیاری در ۸ روز یک‌بار) مشهودتر بود (جدول۳). دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت شرایط تنش خشکی از جمله شاخص‌های فیزیولوژیک مناسب جهت مقاومت به تنش خشکی هستند (Tatrai *et al*., 2016). در بررسی اثرات تنش کم آبی بر گیاه نخود گزارش شد که با کاهش میزان آب قابل دسترس، محتوای کلروفیل a در بافت سبز برگ کاهش یافت (Rahbarian *et al*., 2011). در زمان تنش خشکی روزنه برگ‌ها به طور کامل یا جزئی بسته می‌شود و این فرآیند طبیعی فتوسنتز را مختل می‌کند (Nasrollahzadeh Asl *et al*., 2016).

Moharramnezhad *et al* (2016) اظهار داشتند که تنش خشکی موجب کاهش معنی دار کلروفیل a می شود که با این نتایج مطابقت دارد. در شرایط تنش خشکی اکسیداسیون نوری رنگ دانه‌ها منجر به تخریب کلروفیل a می‌شود و میزان کلرفیل a کاهش می‌یابد (Giancarla *et al*., 2013). نتایج حاصل از اندازه‌گیری کلروفیل a برگ-

ها، روند کاهش تدریجی را همراه با افزایش تنش خشکی نشان داد. مقایسه تغییرات مقادیر کلروفیل a و b در تحقیقی نشان داد که در اثر تنش خشکی، میزان کاهش کلروفیل a بیشتر از میزان کاهش کلروفیل b است. با کاهش میزان کلروفیل تغییرات زیادی در مقدار تولید در گیاهان به وجود می‌آید (Sadeghipur & Aghaei, 2012).

کلروفیل b

داده‌های جدول ۲ حاکی از تاثیر معنی‌دار آبیاری بر کلروفیل b در سطح احتمال یک درصد می‌باشد، در صورتی که مواد محرک رشد و اثر متقابل دو فاکتور تاثیر معنی‌داری بر این رنگریزه برگی نداشتند. بیش‌ترین مقدار کلروفیل b مربوط به سطح آبیاری ۸ روز یک‌بار به میزان ۲۳/۶ میلی‌گرم و کم‌ترین مقدار کلروفیل b نیز در تنش شدید (آبیاری در ۱۴ روز یک‌بار) به میزان ۲۲/۴۴ میلی‌گرم مشاهده شد (جدول۳). این نتایج با یافته‌های (Armand *et al*., 2016) و (Hosseinzadeh *et al*., 2015) مطابقت داشت. یکی از روش‌های ارزیابی و پیش بینی تحمل گیاهان زراعی به تنش خشکی، مطالعه میزان تغییراتی است که در سنتز کلرفیل a+b برگ در اثر کمبود آب اتفاق می‌افتد. کاهش سنتز کلرفیل b از واکنش‌های عمومی گیاهان نسبت به کمبود آب می‌باشد (Gardner, 2010).

تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار میزان کلروفیل b می‌شود به طوری که این میزان کاهش نسبت به شاهد ۴۰ درصد گزارش شده است (Moharramnejad *et al*., 2016). عده‌ای نیز کاهش میزان کلروفیل b در شرایط تنش خشکی را به افزایش رادیکال-های آزاد نسبت می‌دهند که باعث پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه کلروفیل می‌شود (Flexas & Medrana, 2008). تنش آبی سبب کاهش معنی دار کلروفیل b در گیاه سویا گردید. کاهش کلروفیل b در شرایط تنش خشکی به علت تجزیه کلروپلاست و ناپدید شدن ساختارهای تیلاکوئید است (Ghorbanli *et al*., 2013). به نظر می‌رسد، کاهش میزان کلروفیل b طی تنش کم آبی به علت اکسیداسیون نوری و

شبیه تخریب کلروفیل a باشد، لذا میزان کاهش کلروفیل a و b در طی تنش خشکی از جمله شاخص‌های فیزیولوژیک مناسب جهت ارزیابی مقاومت به تنش خشکی می‌باشد.

عملکرد دانه

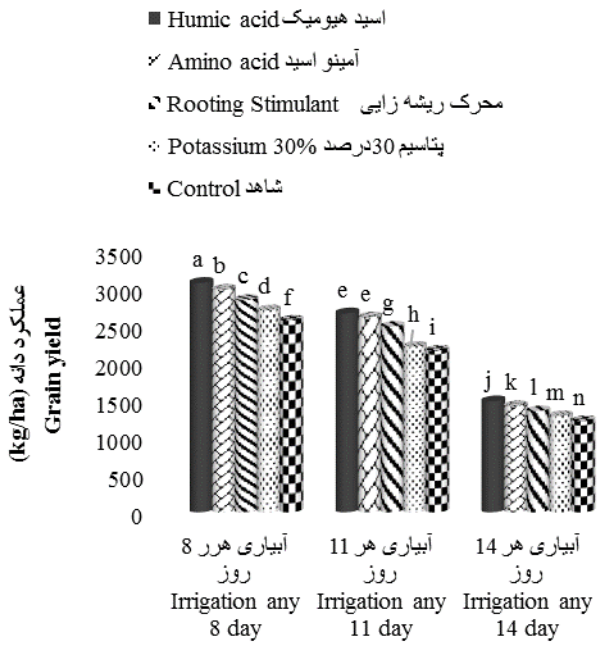
بین سطوح آبیاری و کاربرد محرک‌های رشد اثر متقابل معنی داری در سطح یک درصد از لحاظ عملکرد دانه وجود دارد. بدین ترتیب که با اعمال کم آبیاری عملکرد دانه کاهش قابل ملاحضه‌ای یافت ولی حضور هیومیک اسید باعث کاهش اثرات تنش حاصل از اعمال کم آبیاری گردید و بالاترین عملکرد دانه در تمام سطوح آبیاری را بدست آورد. بیش‌ترین عملکرد دانه در سطح آبیاری نرمال به میزان ۳۰۷۶/۱۲ و ۲۹۸۲/۸۱ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در کاربرد اسید هیومیک و اسید آمینه و کمترین مقدار این صفت نیز در تنش خشکی و عدم کاربرد محرک‌های رشد (شاهد) به میزان ۱۲۲۰/۹۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (شکل۳). گیاسودین و همکاران (Giasuddin *et al.*, 2007) عنوان کردند که اسید هیومیک نفوذپذیری غشای سلولی را افزایش داده و بدین طریق ورود پتاسیم را تسهیل می‌کند که نتیجه آن افزایش فشار داخل سلولی منجر به افزایش تولید کلروفیل و میزان فتوسنتز خواهد شد. به دنبال آن یک فاکتور مهم در رشد یعنی نیتروزن به درون سلول تشدید می‌گردد و تولید نیترات کاهش می‌یابد که در نهایت این اثرات منجر به افزایش تولید می‌شود. در بررسی حاضر تنش خشکی در مرحله گل‌دهی و تشکیل غلاف باعث شد تشکیل گل و غلاف در بوته کاهش یابد و وزن دانه نیز به دلیل عدم وجود رطوبت کافی در مرحله پر شدن دانه، کاهش یابد. کاهش این صفات منجر به کاهش عملکرد دانه گردید. تنش خشکی عملکرد دانه را کاهش داد ولی کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش این صفت گردید (Jahan *et al.*, 2013). تنش رطوبتی طی مراحل زایشی، باعث ایجاد اختلال در گل‌دهی و پر شدن دانه گردیده و عملکرد دانه را از طریق کاهش زیست توده، تعداد

غلاف و تعداد دانه در غلاف پایین می‌آورد (Zadeh Bagheri *et al*., 2015).

طی تحقیقی دیگر مشاهده گردید که اسید هیومیک از طریق افزایش رشد گیاه به خصوص ریشه‌ها، میزان فتوسنتز، جذب عناصر غذایی، سطح برگ، بیوماس گیاهی و نفوذپذیری بافت‌ها را افزایش داد و در نهایت موجب افزایش عملکرد دانه گردید (Rafiiel Hossaini *et al*., 2016).

ساکی نژاد و همکاران (Sakinezhad *et al*., 2011) گزارش نمودند که اسید هیومیک با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تاثیر مثبتی که بر فتوسنتز دارد در افزایش عملکرد نقش دارد. بررسی تاثیر اسید هیومیک بر عملکرد و جذب عناصر پر مصرف نشان داد که جذب عناصر پر مصرف و در نتیجه عملکرد لوبیا (۲۹ درصد) افزایش یافت.

گاد و همکاران(Gad *et al*., 2012) بیان نمودند که غنی بودن اسید هیومیک از نظر مواد معدنی و آلی که برای رشد گیاه ضروری هستند و استفاده بهتر از آب قابل استفاده را می‌توان عوامل اصلی افزایش عملکرد ذکر کرد. طی تحقیقی دیگر مشاهده گردید که اسید هیومیک از طریق افزایش رشد گیاه به خصوص ریشه‌ها، میزان فتوسنتز، جذب عناصر غذایی، سطح برگ، بیوماس گیاهی و نفوذپذیری بافت‌ها را افزایش داد و در نهایت موجب افزایش عملکرد دانه گردید (Canellas *et al*., 2015). کاربرد عصاره جلبک دریایی در گیاه سویا در مقایسه با گیاهان شاهد، عملکرد دانه را بهبود بخشید (Abu Seif *et al*., 2016).



شکل ۳: اثر متقابل سطوح آبیاری و محرک های رشد بر عملکرد دانه
Figure 3: Interaction of irrigation levels and growth stimuli on grain yield

شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تاثیر هر دو فاکتور آزمایشی و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول۲). بیش‌ترین شاخص برداشت به میزان۲۴/۱۸ درصد در آبیاری ۸ روز یک‌بار و تیمار اسید هیومیک و کم ترین شاخص برداشت به میزان ۱۹/۲۱ درصد در آبیاری ۱۴ روز یک‌بار و تیمار شاهد مشاهده شد (شکل۴). با توجه به اینکه کاهش شاخص برداشت در تنش خشکی می تواند به دلیل کاهش سطح فتوسنتز کننده، کاهش انتقال مجدد آسیمیلات‌ها در طی دوره پر شدن دانه‌ها، کاهش اجزای عملکرد و نهایتا کاهش عملکرد دانه می‌باشد.

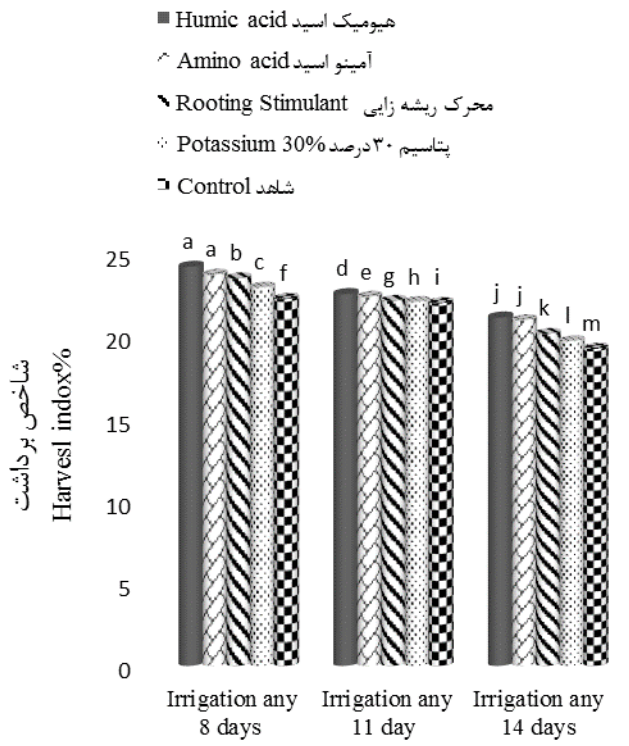
بنابراین در چنین شرایطی شاخص برداشت کاهش می‌یابد. در شرایط آبیاری مطلوب، بالا بودن قدرت منبع منجر به افزایش شاخص برداشت شده که ناشی از تشکیل تعداد زیادتر دانه در بوته بود که موجب اختصاص بیش‌تر مواد فتوسنتزی به دانه شد و در نتیجه شاخص برداشت افزایش یافت (Doras & Sioulas, 2008). کاهش شاخص برداشت لوبیا در پژوهش دیگری نیز گزارش شده است (Munoz *et al*., 2006) که همسو

با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد. در شرایط تنش کم آبی نسبت به شرایط آبیاری مطلوب عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک هر دو به شدت کاهش یافت ولی نسبت عملکرد دانه بیش‌تر از عملکرد بیولوزیک بود که باعث تفاوت معنی‌دار شاخص برداشت با شرایط آبیاری مطلوب شد. این امر به دلیل حساسیت زیاد عملکرد و اجزای عملکرد به محدودیت آب در مرحله غلاف دهی و پر شدن دانه است.

تنش در مرحله پر شدن دانه با ریزش برگ‌ها و کاهش قدرت انتقال مواد فتوسنتزی به دانه سبب چروکیدگی و کاهش وزن دانه و شاخص برداشت شده است که با یافته‌های (Shirani Rad *et al*., 2010). مطابقت دارد. گزارش گردیده که در شرایط کم آبی به علت کاهش تعداد غلاف در بوته از شاخص برداشت لوبیا کاسته می‌شود (Zhou *et al*., 2019). بدیهی است که هر چقدر فرآورده‌های فتوسنتزی بیش‌تری از اندام‌های سبز گیاه به دانه‌ها منتقل شود، عملکرد دانه و البته نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک افزایش یافته و این امر، افزایش شاخص برداشت را به همراه دارد (Noori Gughari *et al*., 2014).

دیگر محققان نیز به افزایش شاخص برداشت تحت شرایط تنش خشکی در حضور اسید هیومیک در گیاه را اذعان داشتند (Hagh Parast *et al*., 2012).

اسید هیومیک با قرار دادن آب و مواد غذایی بیش‌تر در اختیار گیاه و همچنین افزایش ساخت و دوام بیش‌تر رنگریزه‌ها، به دلیل انتقال راحت‌تر مواد فتوسنتزی، موجب افزایش عملکرد و شاخص برداشت می‌شود (Khoram Ghahfaokhi *et al*., 2015).



شکل ۴: اثر متقابل سطوح آبیاری و محرک های رشد بر شاخص برداشت

Figure 4: Interaction of irrigation levels and growth stimuli on theHarvesl indox

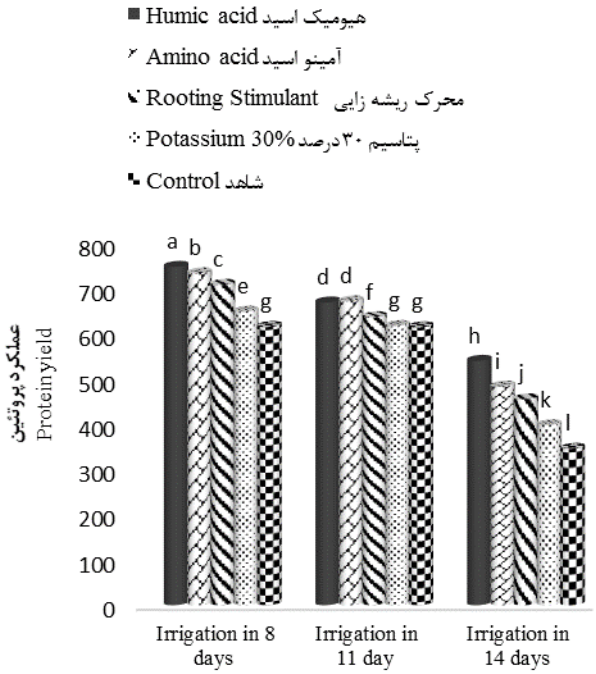
عملکرد پروتئین

بر اساس داده‌های جدول ۳ این صفت تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت. با وقوع تنش، از عملکرد پروتئین دانه کاسته شد، به طوری که کمترین عملکرد پروتئین دانه به میزان۳۴۵/۰۶ کیلوگرم در هکتار در سطح آبیاری ۱۴ روز و تیمار عدم کاربرد محرک-های رشد و بیش‌ترین مقدار آن در سطح آبیاری ۸ روز و تیمار اسید هیومیک و اسید آمینه به ترتیب به میزان ۷۴۶/۵۴ و ۷۳۲/۲۴ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید (شکل۸). با توجه به نتایج، با افزایش دفعات آبیاری میزان عملکرد پروتئین دانه افزایش یافت. احتمالا بیش‌تر بودن عملکرد پروتئین در سطح آبیاری ۸ روز و کاربرد اسید هیومیک در مرحله رویشی، افزایش دسترسی به عناصر معدنی خصوصا عناصری همچون نیتروژن و روی بوده که باعث رشد مطلوب گیاه و تجمع پروتئین بالا در دانه گردید. بنابراین با جایگزینی منابع آلی تغذیه ای به جای منابع شیمیایی می‌توان محتوی پروتئین دانه

و عملکرد را افزایش داد که نتایج یافته‌های Shahbazi *et al* (2015) نتیجه این تحقیق را تایید نمود. تنش کم آبی به طور معنی‌داری عملکرد پروتئین دانه را کاهش داد. همانطور که نتایج نشان داد عملکرد دانه تحت تاثیر تنش کم آبی به مقدار زیادی افت کرده و در نتیجه میزان عملکرد پروتئین دانه نیز در شرایط تنش خشکی بطور محسوس کاهش نشان داد. نتایج بدست آمده در این آزمایش با تحقیقات (Gaur *et al*., 2016) همخوانی داشت. عملکرد پروتئین تحت تاثیر عملکرد دانه و درصد پروتئین قرار دارند و همبستگی مستقیمی با عملکرد دانه دارند. هر عاملی که باعث افزایش یا کاهش این صفات گردد بر میزان عملکرد پروتئین نیز تاثیر گذار است. همانطور که نتایج نشان داد عملکرد دانه تحت تاثیر تنش کم آبی مقدار زیادی کاهش یافت و در نتیجه عملکرد پروتئین نیز در شرایط تنش آبی به طور برجسته کاهش یافت. (Hasanvand *et al* 2014) اعلام کردند که آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه گیاه باعث افزایش عملکرد پروتئین شد. عملکرد پروتئین لوبیا با شدت تنش کاهش یافت. دلیل این موضوع کاهش شدید وزن خشک در اثر تنش بود (Barati & Ghadiri, 2016).

El-bassilny *et al* (2010) افزایش تجمع مواد غذایی در دانه را عامل افزایش پروتئین در اثر کاربرد اسید هیومیک در لوبیا گزارش کردند. Jahan *et al* (2013) نیز گزارش نمود عملکرد پروتئین دانه در اثر کاربرد اسید هیومیک افزایش می‌یابد. آمینو اسید نیز باعث افزایش عملکرد پروتئین شده است که نتایج این بررسی با مشاهدات (Grignani *et al*., 2007 ; Vos *et al* ., 2005). مطابقت دارد. اسیدهای آمینه به عنوان منبعی از نیتروژن، یک ترکیب اساسی در تولید پروتئین گیاهی و کلروفیل می‌باشد (Anonymous, 2009).

نتایج تحقیقات (Abu Seif *et al* (2016 و Kocira *et al* (2018) نشان داد که کاربرد عصاره جلبک دریایی در گیاه در مقایسه با گیاهان شاهد، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین دانه را بهبود بخشید.



شکل ۵: اثر متقابل سطوح آبیاری و محرک های رشد بر عملکرد پروتئین
Figure 5: Interaction of irrigation levels and growth stimuli on the Protein yield

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، تنش خشکی در مرحله رویشی و زایشی سبب تنزل عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک در لوبیا قرمز می‌شود. به طور کلی می‌توان گفت که لوبیا قرمز به تنش کم‌آبی، زمانی که رطوبت خاک به کم‌تر از نیاز آبی کاهش یابد، حساس می‌باشد. بنابراین به‌نظر می رسد،کاربرد اسید هیومیک و جلبک دریایی موجود در آن بر سیستم دفاعی اثر مثبت داشتند و به ویژه با افزایش فاصله آبیاری‌ها، تا حدودی اثرات منفی ناشی از تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیک را تعدیل نمودند. از این رو، می‌توان اظهار داشت که کاربرد این ترکیبات در شرایط تنش خشکی می‌تواند در ثبات عملکرد و کاهش اثرات سوء ناشی از تنش کمبود آب در لوبیا قرمز موثر باشد. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که با بکارگیری اسید هیومیک در شرایط تنش و عدم تنش، ضمن تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در طول فصل رشد، از مصرف بی‌رویه کودهای

شیمیایی به شکل قابل توجهی جلوگیری می‌شود، علاوه بر آن استفاده از اسید هیومیک در خاک باعث بهبود اکثر صفات کمی و کیفی لوبیا قرمز گردید.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات آزمایشی لوبیا قرمز تحت سطوح مختلف آبیاری و کاربرد محرک‌های رشد

		میانگین مربعات MS			
منابع تغییرات	درجه آزادی	کلرفیل a	محتوای آب نسبی برگ	شاخص سطح برگ	تعداد شاخه جانبی
تکرار	۲	۲/۲	۰/۸۱۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱
سطوح آبیاری	۲	۳۲/۰۷۶**	۳۴۰۲/۹۴۱**	**۷/۰۹	**۸/۷۵
اشتباه	۴	۲/۶۴۷	۰/۴۱۴	۰/۱	۰/۰۰۰۲۵
محرک‌های رشد	۴	ns۳/۷۶۹	۲۰/۶۵۹**	ns۰/۲۳	**۰/۱۸
A×B	۸	ns۳/۵۴۱	۸/۹۸۹**	ns۰/۱۹	**۰/۰۲۲
اشتباه	۲۴	۱/۵۴۳	۰/۱۹۹	۰/۰۶	۰/۰۰۰۴
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۸	۶/۲	۹/۸	۶/۵

*و ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد و غیر معنی دار بودن اختلاف

ادامه جدول ۲

		میانگین مربعات MS			
منابع تغییرات	درجه آزادی	کلرفیل b	عملکرد دانه	شاخص برداشت	عملکرد پروتئین
تکرار	۲	۰/۱۶۵	۴۹/۹۶	۰/۱۰۴	۴۹/۹۶
سطوح آبیاری	۲	۱/۶۷۹**	۸۷۷۴۳۲/۰۹**	۳۶/۹۴**	۸۷۷۴۳۲/۰۹**
اشتباه	۴	۰/۲۲۷	۵۳/۵۲۱	۰/۱۰۲	۵۳/۵۲۱
محرک‌های رشد	۴	ns۰/۵۶۲	۲۸۶۸۱۶/۷۹**	۳/۱۲**	۲۸۶۸۱۶/۷۹**
A×B	۸	ns۱/۰۵۹	۱۴۵۰۵/۴۲**	۰/۳۵۳**	۱۴۵۰۵/۴۲**
اشتباه	۲۴	۰/۴۸۷	۴۹/۵۴۱	۰/۰۹۳	۴۹/۵۴۱
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۰۶	۳/۲	۱/۳	۸/۱

*و ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد وغیر معنی دار بودن اختلاف

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات آزمایشی لوبیا قرمز تحت سطوح مختلف آبیاری و کاربرد محرک های رشد

تیمارهای آزمایشی	محرک های رشد					سطوح آبیاری		
	شاهد	پتاسیم ٪۳۰	محرک ریشه زایی	آمینو اسید	هیومیک اسید	۸روز	۱۱روز	۱۴روز
شاخص سطح برگ	a۳/۵۷	a۳/۶۸	a۳/۸۴	a۳/۹۲	a۴/۰۶	a ۴/۴۰	a۳/۹۸	b۳/۰۶
کلروفیلa	a۳۲/۶۳	a۳۲/۰۹	a۳۲/۲۸	a۳۲/۰۳	a۳۳/۷۲	a۳۳/۷۴	b۳۳/۴۱	c۳۱/۰۷
کلروفیلb	a۲۲/۸۱	a۲۲/۷۴	a۲۲/۶۵	a۲۳/۱۳	a۲۲/۹۱	a۲۳/۱۱	b۲۲/۸۳	c۲۲/۴۴

منابع

Abdul Jaleel, C., P. Manivannan, A. Wahid, M. Farooq, R. Somasundaram, and R. Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. Int. J. Agric. Biol. 11, 100-105.

Abu Seif, Y., S. El-Miniawy, N. Abu El-Azm, and A. Hegazi. 2016. Response of snap bean growth and seed yield to seed size, plant density and foliar application with algae extract. Annals of Agricultural Sciences . 61 (2): 187-199.

Ahmed, F. and A. Suliman. 2010. Effect of water stress applied at different stages of growth on seed yield and water use efficiency of cowpea. Agriculture and Biology Journal of North America. 1(4): 534-540

Ajithkumarand, P. and R. Panneerselvam. 2013. Osmolyte accumulation, photosynthetic pigment and growth of setaria italica *(L.) P. Beauv. under drought stress*. Asian Pacific Journal of Reproduction. 2(3): 220-224.

Allahmoradi, P, C. Mansourifar, M. Saidi and S. Jalali Honarmand. 2013. Water deficiency and its effects on grain yield and some physiological traits during different growth stages in lentil (*Lens culinaris* L.) cultivars. Annals of Biological Research. *4* (5): 139-145.

Anonymous. 2009. Agriculture roduction–micro organo liquid, amino powder, amino start and spurt. Ontario, Canada: Agrowchem Inc.

Armand, N., H. Amiri, and A. Ismaili. 2016. Interaction of methanol spray and water-deficit stress on photosynthesis and biochemical characteristics of Phaseolus vulgaris L. cv. Sadry. Photochemistry and Photobiology. 92: 202-110.

Barati, V. and H. Ghadiri. 2016. Effects of drought stress and nitrogen fertilizer on yield, yield components and seed protein content of two barley cultivars. Journal of Crop Production and Processing. 6 (20): 191-206.

Canellas, L., F. Olivares, N. Aguiar, D. Jones, A. Nebbioso, P. Mazzei, *et al*. 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae.196: 15-27.

Davoodi, S., A. Rahemi-Karizaki, A. Nakhzari-Moghadam, E. Gholamalipour Alamdari. 2018. The effect of deficit irrigation on yield and physiological traits of bean cultivars. Plant Production Technology , 18: 83-95.

Dere, S., T. Gunes, and R. Sivaci. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll- a, b and total carotenoid cintents of some algae species using different solvents. Journal of Botany. 22: 13-17.

Dordas, C. and S. Sioulas. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis and water efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. Crop Production. 27: 78-85.

El-bassiony, A., Z. Fawzy, M. Abd El-Baky, and A. Mahmoud. 2010. Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 6 (2): 169-175.

Emam, Y., A. Shekoofa, F. Salehi, and A. Jalali. 2010. Water stress effects on two common bean cultivars with contrasting growth habits. Agronomy and Soil Science. 9 (5): 495-499.

Eskandari Zanjani, K., A. Shirani Rad, A. Moradi Agdam and T. Taherkhani. 2013. Effect of salicylic acid application under salinity conditions on physiologic and morphologic characteristics of artemisia (*Artemisia annua* L.). Journal of Crop Ecophysiology. (4): 415-428.

Farooq, M., A. Wahid N. Kobayashi, D. Fujita and S. Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development. 29: 185-212.

Flexas, J. and H. Medrano. 2008. Drought-inhibition of photosynthesis in C3- plants: stomatal and nonstomatal limitation revisited. Annals of Botany. 183: 183-189.

Gad, S., A. Ahmed, and Y. Moustafa. 2012. Effect of foliar application with two antioxidants and humic acid on growth, yield and yield components of peas (*Pisum sativum* L.). Journal of Horticultural Sciences and Ornamental Plants. 4 (3): 318-328.

Gardner, F. 2010. Physiology of crop plants. Scientific Publishers (India),

Hagh-Parast, M., S. Maleki Farahani, J. Masoud Sinaki, and G. Zare. 2012. Reduction of negative effects of dry tension and stress in chickpea with the application of humic acid and seaweed extract. *Journal of Production of Agricultural Plants in Environmental Stresses*. 4 (1): 59-71.

Hasanvand, M., A. Aynehband, M. Rafiee, M. Mojadam, and A. Rasekh. 2014. Effects of supplemental irrigation and super absorbent polymer on yield and seed quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under dry-farming conditions. Bulletin of Enviroment, Pharmacology and Life Sciences. 3 (12): 174-185.

Hosseinzadeh, S., H. Amiri, and A. Ismaili. 2015. Effect of vermincompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. Photosynthetica. 54 (1): 87-92.

Hu, Y., Y. Zhang, X. Yi, D. Zhan, H. Luo, W. Chow, *et al*. 2013. The relative contribution of non-foliar organs of cotton to yield and related physiological characteristics under water deficit. Journal of Integrative Agriculture. 13 (5): 975-989.

Jahan, M., R. Sohrabi, F. Doaei, and M. Amiri. 2013. Effect of soil moisture superabsor. bent hydrogel and foliar application of humic acid on some of agro-ecological characteristics of bean Crops italica under droght stress. Asian Pacific Journal. 2: 220-224..

Gaur, P., M. Singh, S. Samineni, S. Sajja, A. Jukanti, S. Kamatam, *et al*. 2016. Inheritance of protein content and its relationships with seed size, grain yield and other traits in chickpea. Euphytica. 209: (1): 253-260.

Ghorbanli, M., M. Gafarabad, T. Amirkian, and B. Mamaghani. 2013. Investigation on proline, total protein, chlorophyll ascorbate & dehydroascorbate changes under drought stress in Akria & Mobil tomato cultivars. Iran Journal of Plant Physiology. 3: 651-658.

Giancarla, V., E. Madosa, S. Ciulca, R. Coradini, C. Iuliana, M. Mihaela, *et al*. . 2013. Influence of water stress on the chlorophyll content in barley. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology. 17: 223-228.

Giasuddin, A., S. Kanel, and H. Choi. 2007. Adsorption of humic acid onto nanoscale zerovalent iron and its effect on arsenic removal. Journal of Environment Science Technology. 41 (6): 2022-2027.

Grignani, C., L. Zavattaro, D. Sacco, and S. Monaco. 2007. Production, nitrogen and carbon balance of maize-based forage systems. European Journal of Agronomy. 26: 442-453.

stress conditions in Kenya. Asian Journal of Plant Science. 5: 24-32.

Lotfi, M., B. Abbaszadeh, and M. Mirza. 2014. The effect of drought stress on morphology, proline content and soluble carbohydrates of tarragon (*Artemisia dracunculus* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 30 (1): 19-29.

Mahpara, S., T. Hussain, and J. Farooq. 2014. Drought tolerance studies in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cercetari Agronomice in Moldova*. 40 (160): 133-140.

Moghbeli, T. and M. Arvin. 2014. Effect of seed preparation with growth regulators on germination, growth and yield of Melon fruit. Journal of Production and Processing of Agricultural and Horticultural Products. 4 (14): 23-33.

Mohammadi, M., A. Tavakoli, M. Pouryousef, and E. Mohseni Fard. 2018. The Effect of Epibrassinolide on Growth and Seed Yield of Bean under Optimal Irrigation and Drought Stress Conditions. Journal of Crops Improvement. 20 (3): 595-608.

Moharramnejad, S., O. Sofalian, M. Valizadeh, A. Asgari, and M. Shiri. 2016. Proline, glycine betaine, total phenolics and pigment contents in response to osmotic stress in maize (*Phaseolus vulgaris* L.) in Mashhad. Journal of Ecological Agriculture. 6.

Jaleel, C., P. Manivannan, A. Wahid, M. Farooq, J. Al-Juburi, R Somasundaram, R. *et al*. 2009. Drought Stress in Plants: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition. International Journal of Agriculture and Biology. 11: 100-105.

Khan, M., and F. Hussain. 2012. Palatability and animal preferences of plants in Tehsil Takht-e-Nasrati, District Karak, Pakistan. *African Journal Agriculture Research , 7* (44), 5858-5872.

Khoram ghahfarokhi, A., A. Rahimi, B. Torabi, and S. Maddah hosseini. 2015. Effect of humic acid application and foliar spraying of compost tea and vermiwash on nutrient absorption and chlorophyll content of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Oil Plant Production. *2* (1): 71-84.

Kocira, S., A. Kocira, R. Kornas, M. Koszel, M. Szmigielski, M. Krajewska, *et al*. 2018. Effects of seaweed extract on yield and protein content of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Legume Research. 41 (4): 589-593.

Korir, P., J. Nyabundi, and P. Kimurto. 2006. Genotypic responses of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to moisture

Noori Gughari, M., H. Dashti, S. Madah Hossieni, and E. Dehghan. 2014. Evaluation of genetic diversity in a gene treasury lentils using morphological traits in Bardsir. *Journal of Iranian Crop Science* , *45* (4), 541-551 (In Persion).

Osman, A. and M. Rady. 2014. Effect of humic acid as an additive to growing media to enhance the production of eggplant and tomato transplants. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 89 (3): 237-244.

Pagter, M., C. Bragato, and H. Brix. 2005. Tolerance and physiological responses of Phragmites Australia to water deficit. Aquatic Botany. 81: 285-299.

Prasad, P., S. Pisipati, Z. Ristic, U. Bukovnik, and A. Fritz. 2008. Impact of nighttime temperature on physiology and growth of spring wheat. Crop Science. 48: 2372– 2380.

Rafie Shirvan, M. and M. Asgharipoor. 2010. Response of yield and morphological traits of some mungbean, (*Vigna radiata* L.) genotypes to drought stress. *New Agriculture Science Journal*. 15 (5): 68-76 .

Rafiiolhossaini, M., F. Salehi, and M. Mazhari, . 2016. The Effect of Drought Stress Intensity and Stage on Agronomic Characteristics of Two Common Bean Cultivars. Desert Ecosystem Engineering Journal. 5 (11): 45-56.

seedlings. Journal of Bioscience and Biotechnology. 4: 313-319.

Moharramnejad, S., O. Sofalian, M. Valizadeh, A. Asgari, and M. Shiri. 2016. Response of antioxidant defense system to osmotic stress in maize seedlings. Fresenius Environmental Bulletin. 25: 805-811.

Mousavi, S. 2005. Evaluation of the relationship between plant density and yield of three varieties of pinto bean on succeeding crop dates. Tabriz, Iran: M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Tabriz University.

Mozafari, S., K. Nejad, and H. Ghorgin habankareh, H. 2017. The effect of irrigation regimes and the application of humic acid on some of the physiological and biochemical characteristics of purpura herb in greenhouse conditions. Journal of Crop Improvement. 19 (2): 401-416.

Munoz-Perea, C., H. Teran, R. Allen, J. Wright, D. Westermann, S. Singh. 2006. Selection for drought resistance in dry bean landraces and cultivars. Crop Science. 46: 2111-2120.

Nasrollah Zadeh Asl, P., A. Shirkhani, S. Zehtab Salmasi, and R. Chokan. 2016. Effect of chemical and biological fertilizers on grain yield and corn leaf characteristics in different irrigation conditions. Journal of Agricultural Practice Research. 29 (4): 75-86.

bean germination process in the presence of various compounds of biological fertilizer humic acid mixed with micro and macro elements. Journal of American Science. 7 (6): 10-14.

Sepehri, A., R. Abasi, and A. Karami. 2015. Effect of drought stress and salicylic acid on yield and yield component of bean genotypes. *Agricultural Crop Management*. 17 (2): 503-516.

Shahbazi, S., A. Fateh, and A. Aynband. 2015. Study of the effect of humic acid and vermicompost on yield and yield components of three wheat cultivars in tropical regions. Plant Products (Scientific Journal of Agriculture). 38 (2): 24-33.

Shao, H., L. Chu, C. Jaleel, and C. Zhao. 2008. Water-deficit stress induced anatomical changes in higher plants. C R Biol. 331, 215-225.

Shirani Rad, A., M. Naeemi, and S. Nasr Esfahani. 2010. Evaluation of terminal drought stress tolerance in spring and winter rapeseed genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences.12: 112-126.

Shokouhi Far, Y. 2016. Application of algae in agriculture. Second International Conference on Sustainable Development, Solutions and Challenges Focusing on Agriculture, Natural

Rahbarian, R., R. Khavari-Nejad, A. Ganjeali, A. Bagheri, and F. Najafi. 2011. Drought stress effects on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and water relations in tolerant and susceptible chickpea (Cicer arietinum L.) genotypes. Acta Biologica Cracoviensia. Series Botanica. 53 (1).

Rezazadeh, H., S. Khrasani, and R. Haghighi, . 2012. Effects of humic acid on decrease of phosphorus usage in forage maize var. KSC704 (Zea mays L.). Australian Journal of Agricultural Engineering. 3: 34-38.

S**abzevari, S. and H. Khazaei. 2009**. The effects of different levels foliar spray of humic acid on growth characteristics yield and yield components of wheat pishtaz figure. Agroecology Journal. 1 (2): 53-56.

Sadat Rasti Sani, M., M. Lahouti, and A. Ganjeali. 2014. Effect of drought stress on some morphophysiological traits and chlorophyll fluorescence of red bean seedlings (Phaseolus vulgaris L.). Iranian Journal of Pulses Research. 5 (1): 103-116.

Sadeghipour, O. and P. Aghaei. 2012. Response of common bean to exogenous application of salicylic asid under water stress conditions. Environmental Biology. 6: 1160-1168.

Saki Nejad, T., S. Hossaini, and M. Hyvari. 2011. Calculate changes of

Wondimu, W.and T. Tana. 2017. Yield response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties to combined application of nitrogen and phosphorus fertilizers at Mechara, Eastern Ethiopia. Journal of Plant Biology and Soil Health. 4 (2): 2-7.

Zadeh Bagheri, M., S. Javanmardi, O. Alozadeh, and M. Kamelmanesh. 2015. Effects of drought on grain yield and some physiological characteristics of red bean genotypes. Plant Ecophysiology. 6 (18): 1-11.

Zhang, X. and E. Ervin. 2004. Cytokinin-containing Seaweed and humic acid extracts associated with creeping Bentgrass leaf Cytokinins and drought resistance. Crop Science. *44*: 1737-1745.

Zhou, L., C. Monreal, S. Xu, N. McLaughlin, H. Zhang, G. Hao, *et al*. 2019. Effect of bentonite-humic acid application on the improvement of soil structure and maize yield in a sandy soil of a semi-arid region. *Geoderma Science Direct , 338*, 269-280.

Resources, Environment and Tourism, Iran (Tabriz). (pp. 3-4). 2325 Feb.

Sikuku, P., G. Netondo, J. Onyango, and D. Musyimi. 2010. Effects of water deficit on physiology and morphology of three varieties of NERICA rainfed rice (*Oryza sativa* L.). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. 5: 23-28.

Sorkhi, F. 2015. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer levels on physiological characteristics of four varieties of barley (*Hordeum vulgare* L.). Journal of Crop Ecophysiology. 9 (3): 401-416.

Taghadosi, M., N. Hasani, and J. Sinky. 2012. Disruption of irrigation and spraying stress with humic acid and algae extract on antioxidant enzymes and propylene in forage sorghum. Journal of Crop Production in Environmental Conditions. 4 (4): 1-12.

Tatrai, Z., R. Sanoubar, Z. Pluhar, S. Mancarella, F. Orsini, and g Gianquinto. 2016. Morphological and physiological plant responses to drought stress in Thymus citriodorus. International Journal of Agronomy. 10: 1-8.

Vos, J., P. Vander-Putten, and C. Birch. 2005. Effect of nitrogen supply on leaf appearance, leaf nitrogen economy and photosynthetic maize (*Zea mays* L.). Field Crop Research , 93: 64-73.

The role of growth promoters in improvement of yield and physiological properties of Red bean under different irrigation levels

M.K. Aliloo[1], M. Roshdi[2*], S. Rezadoost[2], J. Khalili Mahaleh[2]

1-Ph.D Student of Agrotechnology, Khoy Branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant breeding, Khoy Branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran.

Abstract

An experiment in the form of split-plot design with randomized complete blocks was performed in three replications in Pyrmosi village of Khoi city during 1400 in order to evaluate the response of yield and physiological properties of red beans to the application of growth promoters under different irrigation levels. Irrigation was considered as the main factor in three irrigation levels, i.e., once in 8, 11 and 14 days, and the growth promoting compounds were viewed as the secondary factors in 5 levels, i.e., the use of humic acid mixed with irrigation water, amino acid foliar spraying, rooting stimulant, potassium and non-use of growth promoters was (control). The results of analysis of variance indicated that irrigation had a significant impact on all the traits studied, and the growth promoters affected the leaf relative water content, chlorophyll a, protein percentage, number of lateral branches, seed yield, and harvest index significantly. The interaction of the two factors had significant effects on the number of lateral branches, seed yield, harvest index, and seed protein percentage. The application of humic acid resulted in increased seed yield, and as the water deficit increased, the effect of humic acid on increasing seed yield became significant. The highest seed yield was 3076.12 kg per hectare observed in the irrigation level of once every 8 days and under the humic acid treatment, and the lowest level of this trait was 1220.96 kg observed in the irrigation level of once 14 days and under the control treatment. It seems that increased irrigation interval during the growing season led to yield loss and degradation of physiological properties such as leaf area index, chlorophyll, and leaf relative water content, and the use of compounds such as humic acid moderated the decreasing drought stress effects to some extent.

Keywords: Growth promoter, Harvest index, Humic acid, Leaf Relative Water Content, Yield protein

* Corresponding author (Roshdi_M@Iaukhoy.ac.ir)