دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دهم، شماره سی و دو، ۱۳۹۷

پاسخ های اگروفیزیولوژیک گیاه زراعی جو به کاربرد برخی هورمون های رشد گیاهی تحت شرایط دیم

صبریه نجف نیا[۱]، علی حاتمی[۲]، محمد جواد زارع[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۱٤ تاریخ پذیرش: ۹۵/٤/۳۰

چکیده

به منظور بررسی اثر برخی هورمون های گیاهی مختلف به صورت کاربرد تنها یا ترکیبی، بر عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و محتوای پروتئین رقم جو سرارود تحت شرایط دیم در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ مطالعه مزرعه ای صورت گرفت. آزمایش انجام شده در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام، به صورت بلوک های کامل تصادفی، تیمارها شامل ۸ سطح: شاهد، IAA، GA، KIN، IAA+GA، IAA+KIN، GA+KIN و IAA+KIN+GA و سه تکرار بود. محلول پاشی در مرحله سنبله دهی صورت گرفت. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش اثر هورمون های رشد بر میزان کلروفیلa، کلروفیل کل، وزن هزار دانه و درصد پروتئین دانه مثبت بود و بیشترین میزان کلروفیل a، کلروفیل کل، وزن هزار دانه و درصد پروتئین دانه از کاربرد توأم IAA+KIN حاصل گردید که به ترتیب سبب افزایش ۹/۸۵، ۱۰/٦۰، ۸/٦۹ و ٦/۹۷ درصدی نسبت به تیمار شاهد شد. هر چند ارتفاع بوته، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و شاخص برداشت در این آزمایش معنی دار نشد. به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که محلول پاشی هورمون های گیاهی بر صفات زراعی جو تحت شرایط کشت دیم اثرات مثبت محدودی دارد.

واژه های کلیدی: پروتئین دانه، عملکرد دانه، کلروفیل، هورمون گیاهی

نجف نیا، ص.، ع. حاتمی و م.ج. زارع. ۱۳۹۷. پاسخ های اگروفیزیولوژیک گیاه زراعی جو به کاربرد برخی هورمون های رشد گیاهی تحت شرایط دیم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۲: ۱۰۸-۱۱٦.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، ایلام، ایران-مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: s.najafnia@yahoo.com

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

مقدمه

کشت جو با سابقه دیرینه هزاران ساله و انتخاب ژنوتیپ های سازگار به شرایط محیطی خاص، طی دورانهای گذشته از یک سو و جنبه های مختلف تغذیه آن از سوی دیگر باعث شده است که زراعت این گیاه در دنیا، محور اصلی سیستم های زراعی قرار گیرد (امام، ۱۳۸۳). افزایش نرخ رشد جمعیت و محدود بودن اراضی کشاورزی باعث شده است که تلاش برای افزایش عملکرد دانه در واحد سطح از طریق عملیات پیشرفته زراعی و با استفاده از نهاده های کشاورزی ادامه یابد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱). تقریبا تمام فرآیندهای زندگی یک گیاه به طور مستقیم یا غیر مستقیم توسط دو عامل تنش و هورمون های گیاهی تحت تأثیر قرار می گیرد (پوسپیسیلووا، ۲۰۰۳).

هورمون ها یکی از عوامل تنظیم کننده رشد گیاهان هستند. تنظیم هورمونی رشد و متابولیسم گیاه بسیار پیچیده بوده و از اثرات متقابل بین هورمون ها حاصل می شود. اغلب تولید طبیعی هورمون های گیاهی کمتر از حد مطلوب است و به منابعی خارج از گیاه جهت انجام یک عکس العمل مطلوب نیاز است (محبتی و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین مشخص شده است که تحت شرایط نامساعد محیطی سطوح درون زای هورمون های گیاهی دچار تغییرات اساسی می شود. کاهش مقادیر سیتوکنین ها و جیبرلین و افزایش محتوای اسید آبسزیک در گونه های متعدد تحت تنش های خشکی و شوری گزارش شده است. با اینکه مکانیسم های تعادل هورمونی در گیاهان ضعیف است اما مشخص شده است که غلظت های سیتوکنین و سایر تنظیم کننده های رشدی به طور متقابل بر سنتز و متابولیسم آن ها اثر می گذارد (عنایتی و همکاران، ۱۳۸۸). تقریبا تمام محصولاتی که در دنیا یافت می شوند در نواحی خشک و نیمه خشک تولید می گردند (ملکوتی و نفیسی، ۱۳٦۷). از این رو تیمار برونزای (خارجی) تنظیم کننده های رشدی به عنوان عامل متقابل روی گیاهان متأثر از تنش، می تواند روشی ممکن جهت بهبود اثرات احتمالی تنش های محیطی غیر زیستی باشد (عنایتی و همکاران، ۱۳۸۸). هورمون های مختلف، گیاه را تحت تاثیر فرآیندهایی که با هم تداخل دارند قرار می دهند، به طوری که در نهایت عمل هورمون های گیاهی بستگی به ترکیب هورمون ها دارد نه فعالیت های مستقل هر هورمون (اقبال و همکاران، ۲۰۱٤). پیری فرایندی است که تحت تاثیر چند عامل درون زا و برون زا، از قبیل مرحله رشد گیاه، سن برگ، سطح هورمون های گیاهی و نور قرار می گیرد (آلباست و همکاران، ۲۰۱٤). سیتوکنین با حفظ و نگهداری کلروفیل گیاه را بیشتر در مرحله ی جوانی قرار می دهد، بنابراین کمبود سیتوکنین ممکن است سبب پیری شود (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳٦۷). اکسین، جیبرلین و سیتوکنین علاوه بر تنظیم فرآیندهای مرتبط با پیری در دوام منبع و مخزن نقش اساسی دارند (محبتی و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج تحقیقات نشان داده است که افزایش سنتز سیتوکنین یا کاربرد خارجی آن می تواند باعث افزایش پتانسیل بالقوه وزن دانه ها صرف نظر از محل قرار گیری دانه ها بر روی محور سنبله یا سنبلچه گردد (ارادتمند اصلی و اکبری فامیله، ۱۳۹٤). بنا به اظهار سعیدی و همکاران (۱۳۸۵) مصرف خارجی سیتوکنین در مرحله اولیه رشد دانه از طریق تحریک تقسیم سلولی، به تعویق انداختن پیری و افزایش ظرفیت فتوسنتزی سبب افزایش وزن دانه گندم شد. کریمی و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش کردند برای افزایش تولید و عملکرد بالای دانه، می توان از محرک رشد گیاهی استفاده کرد. بنا به گزارش صالحی فر و همکاران (۱۳۹٤) استفاده از تنظیم کننده های رشد منجر به بهبود رشد گیاه شد. هورمون اکسین برای رشد گیاه و هماهنگی بسیاری از پروسه های توسعه ای در گیاه حیاتی است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳). در این رابطه کریمی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند کاربرد ایندول استیک اسید عملکرد و اجزای عملکرد ذرت را بهبود بخشید. مصرف سیتوکنین باعث شکل گیری بیشترین تعداد دانه در گندم شد (سعیدی و همکاران، ۱۳۸۵). گزارش ها حاکی از این است که کاربرد تنظیم کننده های IAA و کاینتین موجب افزایش وزن هزار دانه در شرایط تنش و بدون تنش در ارقام برنج شد اما نقش کاینتین بیشتر از IAA بود (صالحی فر و همکاران، ۱۳۹٤). استفاده از سیتوکنین غلظت N، P و K در دانه برنج را افزایش داد (زاهیر و همکاران، ۲۰۰۱). محلول پاشی IAA و کاینتین منجر به افزایش کلروفیل در رقم غریب برنج شد (صالحی فر و همکاران، ۱۳۹۳). سیتوکنین ها به عنوان عاملی برای افزایش و تجمع کلروفیل و کاروتنوئید و توزیع کلروپلاست در گیاهان شناخته شده اند (آلدسوکویی و همکاران، ۲۰۱٤). گزارش شده که محلول‌پاشی هورمون سیتوکینین باعث افزایش تعداد دانه و کاهش وزن دانه شد در حالی که محلول‌پاشی هورمون اکسین باعث افزایش وزن دانه و عملکرد دانه گردید (ماهرخ و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به موارد ذکر شده ممکن است ترکیب هورمون های مختلف رشد، به گیاه در جهت تولید و عملکرد بالا کمک کند لذا آزمایش حاضر به منظور شناخت و کاربرد مناسب ترین ترکیب هورمونی تحت شرایط دیم، بهبود کیفیت و تعیین میزان کلروفیل به اجرا در آمد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تأثیر هورمون های رشد بر عملکرد و کیفیت گیاه زراعی جو در شرایط آب و هوایی استان ایلام، آزمایشی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، با مشخصات جغرافیایی، ٤٦ درجه و ۲۸ دقیقه طول جغرافیایی، ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه عرض جغرافیایی و با ارتفاع ۱۱۷٤ متر از سطح دریا اجرا گردید. این پژوهش به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام گرفت و از گیاه زراعی جو رقم سرارود و ۸ سطح هورمونی رشد (Control، IAA، GA، KIN، IAA+GA، IAA+KIN، GA+KIN و IAA+KIN+GA) استفاده شد. به منظور آماده سازی زمین جهت کشت، زمین مورد نظر شخم و دیسک زده شد. مقدار بذر مورد استفاده ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. بذرها در تاریخ ۲۵ آبان ماه ۱۳۹۲ به صورت دیم کشت شدند. هر کرت شامل ٦ ردیف بود که فاصله ردیف ها ۲۰ سانتیمتر و طول هر کرت ۱/۵ متر، عرض آن ۱/۲ متر و فاصله دو کرت ۰/۵ متر بود. نتیجه تجزیه خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- نتیجه تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

عمق خاک (cm)	اسیدته کل اشباع (pH)	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	فسفر (ppm)	نیتروژن کل (%)	پتاسیم (ppm)	بافت خاک
۳۰	۷/۱۳	۰/٦۵	۱٤/۸	۰/۱۱	٦۰۳	لومی سیلتی
٦۰	۷/۰۷	۰/۷۱	۱۲/۸	۰/۰۷	٤۰۹	لومی سیلتی

محلول پاشی در مرحله ی سنبله دهی انجام گرفت (کیاچهارباغی و همکاران، ۱۳۸۹؛ پن و همکاران، ۲۰۱۳). طبق مطالعه فاوزی و همکاران (۲۰۱۱)، کشاورزی و همکاران (۱۳۹۲) و قدرت و همکاران (۱۳۸۸) اکسین و جیبرلین با غلظت ۵۰ ppm و براساس گزارش خلیل و همکاران (۲۰۰٦) کاینتین با غلظت ۲۰ ppm در نظر گرفته شد. از تیپول (Fluka, Riedel-de Haen) با نسبت (v/v) ۰/۵ ٪ به عنوان مویان استفاده شد. هورمون های رشد برای هر تیمار به صورت جداگانه به کار گرفته شدند که برای اطمینان از جذب هورمون ها توسط گیاه این عمل دو بار صورت گرفت. محلول پاشی هومون های رشد در غروب آفتاب جهت جلوگیری از تجزیه شدن در برابر تابش آفتاب انجام گرفت.

برای تعیین محتوای کلروفیل a، b و کل، مقدار ۰/۵ گرم از ماده تر گیاهی (نمونه از برگ پرچم در ابتدای مرحله ی خمیری شدن دانه) گرفته شد، زیرا برگ پرچم آخرین برگی است که در بوته ظاهر و دچار فرآیند پیری می گردد. طبق روش آرنون (۱۹٤۹) از استون ۸۰٪ استفاده شد. میزان نور عصاره با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر که روی طول موج های ٦٦۳ و ٦٤۵ نانومتر تنظیم شده بود، اندازه گیری شد.

$$\text{کلروفیل a} = \{(۱۲/۷ \times A_{٦٦۳}) - (۲/٦۹ \times A_{٦٤۵})\} \times V / (۱۰۰۰ \times W) \quad (۱)$$

$$\text{کلروفیل b} = \{(۲۲/۹ \times A_{٦٤۵}) - (٤/٦۹ \times A_{٦٦۳})\} \times V / (۱۰۰۰ \times W) \quad (۲)$$

$$\text{کلروفیل کل} = \{(۲۰/۲ \times A_{٦٤۵}) - (۸/۰۲ \times A_{٦٦۳})\} \times V / (۱۰۰۰ \times W) \quad (۳)$$

که در آن A میزان جذب نور در دو طول موج ٦٦۳ نانومتر و ٦٤۵ نانومتر، V حجم نهایی نمونه استخراج شده بر حسب میلی لیتر و W وزن تر نمونه بر حسب گرم می باشد.

پروتئین دانه، از طریق اندازه گیری غلظت کل نیتروژن موجود به روش کجلدال محاسبه گردید. با حاصلضرب درصد نیتروژن در عدد ۵/۷ (چون ۱٦ درصد پروتئین را نیتروژن تشکیل می دهد) میزان پروتئین محاسبه شد (شاهمرادی، ۱۳۹۲).

برای اندازه گیری ارتفاع گیاه از هر تیمار و در تمام تکرارها ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و میانگین آن ها ثبت شد. تعداد سنبله در واحد سطح با شمارش سنبله های موجود در مساحت یک متر مربع برداشت شده در مرحله ی رسیدگی کامل، مشخص شد. تعداد دانه در سنبله با شمارش تعداد دانه های ۱۰ بوته برداشت شده در هر کرت و میانگین گیری از آن ها تعیین شد. پس از جدا کردن دانه ها از کاه، هزار دانه شمارش و با ترازوی حساس آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۱ وزن هزار دانه مشخص گردید. برای تعیین عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی، پس از حذف دو خط کناری از طرفین هر کرت، سطحی به مساحت یک متر مربع برداشت شد. پس از خرمنکوبی بوته های برداشت شده و جدا کردن دانه ها از کاه نمونه ها با ترازوی حساس توزین و اعداد به دست آمده در محاسبات آماری منظور شدند.

تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹ استفاده گردید. مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر هورمون های رشد بر کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، پروتئین دانه و ارتفاع بوته در جدول ۲ ارائه گردیده است. اثر کاربرد تیمار هورمون های رشد بر کلروفیل a و پروتئین دانه در سطح احتمال ۱ درصد و کلروفیل کل در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود، اما به کار گیری محلول پاشی هورمون های رشد، کلروفیل b و ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار نداد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، پروتئین دانه و ارتفاع بوته رقم جو زراعی سرارود تحت کاربرد هورمون های رشد گیاهی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	پروتئین دانه	ارتفاع بوته
بلوک	۲	۰/۰۰۰۰۰۳۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۹۵^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۷۱^{ns}	۰/۱۱۶^{ns}	۶۵/۵۷۶^{ns}
هورمون های رشد گیاهی	۷	۰/۰۰۰۰۲۷**	۰/۰۰۰۰۱۹۰^{ns}	۰/۰۰۰۰۸۰۸*	۰/۱۸۰**	۵۱/۱۶۵^{ns}
خطا	۱۴	۰/۰۰۰۰۰۴۹	۰/۰۰۰۰۲۶۰	۰/۰۰۰۰۲۱۳	۰/۰۳۵	۱۱۷/۰۱۶
ضریب تغیرات (٪)	–	۲/۵۷	۱۰/۲۰	۳/۴۰	۱/۸۴	۱۵/۲۳

**و*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال۱ و ۵ درصد؛ ns غیر معنی دار

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده تعداد سنبله در واحد سطح ، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت رقم جو زراعی سرارود تحت کاربرد هورمون های رشد گیاهی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد سنبله در واحد سطح	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت
بلوک	۲	۱۰۵۰/۰۰۰۰^{ns}	۰/۴۵۴۵^{ns}	۴/۸۶۹۸^{ns}	۷۱۵/۰۴۹^{ns}	۰/۶۰۹۰^{ns}
هورمون های رشد گیاهی	۷	۶۰۹/۳۷۵ ^{ns}	۰/۴۳۴۶^{ns}	۶/۷۵۵۶ *	۱۶۷۴۸/۰۸۳ ^{ns}	۲/۲۲۱۹ ^{ns}
خطا	۱۴	۸۰۳/۵۷۱	۱/۲۷۲۷	۲/۱۹۷۱	۸۸۹۲/۴۴۸	۳/۳۶۰۰
ضریب تغیرات (٪)	–	۱۴/۴۹	۴/۳۴	۳/۲۱	۲/۶۶	۳/۸۸

*: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد؛ ns غیر معنی دار

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر هورمون های رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت در جدول ۳ ارائه گردیده است. نتایج بیانگر عدم تأثیر معنی دار کاربرد تیمار هورمون های مختلف رشد بر تعداد سنبله واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و شاخص برداشت گیاه زراعی جو بود و تنها وزن هزار دانه تحت تأثیر کاربرد تیمار هورمون های رشد قرار گرفت (جدول ۳).

اجزای عملکرد در گیاه زراعی جو از تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه تشکیل می گردد. تعداد سنبله در واحد سطح بسیار حائز اهمیت بوده و از اجزای مهم و تأثیر گذار بر عملکرد می باشد. تعداد دانه در سنبله دومین و وزن هزار دانه سومین جزء از اجزای عملکرد می باشند. گیاه در مرحله سنبله دهی سیکل زندگی خود را طی کرده و در این مرحله از رشد تعداد سنبله ها شکل گرفته اند و تعداد دانه در سنبله نیز توسط مریستم های سنبله تعیین شده است. بنابراین انتظار می رود محلول پاشی در این مرحله از رشد تأثیر قابل ملاحظه ای بر تعداد سنبله در متر مربع و همچنین تعداد دانه در سنبله نداشته باشد و تنها جزء از عملکرد که می تواند تحت تأثیر قرار گیرد وزن هزار دانه می باشد. با توجه به عدم معنی داری اثر هورمون های رشد بر تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله و معنی دار بودن وزن هزار دانه، می توان استنباط کرد که وزن هزار دانه اثر ناچیزی بر عملکرد دانه دارد و تنها افزایش وزن هزار دانه نمی تواند عملکرد دانه و شاخص برداشت را تحت تأثیر قرار دهد همانطور که زمانی که تراکم سنبله کم باشد

وزن هزار دانه نمی تواند جبران کننده عملکرد باشد و عملکرد را تأمین نماید. زیرا عملکرد دانه جو در وهله ی اول تحت تأثیر تعداد سنبله در واحد سطح و در وهله ی دوم تحت تأثیر تعداد دانه در سنبله قرار می گیرد و تعداد سنبله در واحد سطح بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه دارد.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده کلروفیل a، کلروفیل کل، پروتئین دانه و وزن هزار دانه رقم جو زراعی سرارود تحت کاربرد هورمون های رشد گیاهی

تیمارهای آزمایشی	کلروفیل a (mg/g)	کلروفیل کل (mg/g)	پروتئین دانه (٪)	وزن هزار دانه (g)
شاهد	۰/۰۸۳۲d	۰/۱۳۲bc	۱۰/۰۳c	٤٥/۰۷c
ایندول استیک اسید	۰/۰۸٤۲cd	۰/۱۳۲bc	۱۰/۰۳c	٤٥/٤٥bc
کاینتین	۰/۰۸٤۲cd	۰/۱۳۱c	۱۰/۰٤c	٤٥/۲۹c
جیبرلین	۰/۰۸۸۱abc	۰/۱۳۷bc	۱۰/۲۳bc	٤٥/٥۰bc
کاینتین+ ایندول استیک اسید	۰/۰۹۱٤a	۰/۱٤٦a	۱۰/۷۳a	٤۸/۹۹a
جیبرلین + ایندول استیک اسید	۰/۰۸٤۹bcd	۰/۱۳۳bc	۱۰/۰vbc	٤٥/٤٦bc
کاینتین + جیبرلین	۰/۰۸۳۲d	۰/۱۳۲bc	۱۰/۳۱bc	٤٥/۱۲c
کاینتین + جیبرلین + ایندول استیک اسید	۰/۰۸۸٦ab	۰/۱٤۰ab	۱۰/۳۹b	٤۷/۹۸ab
میانگین	۰/۰۸٦۰	۰/۱۳٥	۱۰/۲۳	٤٦/۱۰

در هر ستون برای هر تیمار میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

نتایج به دست آمده از مقایسات میانگین صفات نشان داد که بیشترین محتوای کلروفیل a، کلروفیل کل و پروتئین دانه از گیاهان محلول پاشی شده با ایندول استیک اسید + کاینتین (IAA + KIN) حاصل گردید. این در حالی است که کاربرد به تنهایی هر کدام از تیمار IAA و KIN تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نداشتند (جدول ٤). به نظر می رسد تیمار IAA + KIN در انتقال نیتروژن به برگ و دانه ها مؤثر بوده و این امر به نحوی در افزایش میزان کلروفیل و محتوای پروتئین دانه دخالت دارد. نیتروژن جزء اصلی پروتئین است و علاوه بر شرکت در ساختمان پروتئین ها، قسمتی از ساختمان کلروفیل را نیز تشکیل می دهد ضمن اینکه مهمترین عنصر غذایی مورد نیاز محصولات زراعی می باشد. طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین کاربرد تیمار IAA+KIN به ترتیب موجب افزایش کلروفیل a و کلروفیل کل به میزان ۹/۸۵ و۱۰/٦۰ درصد نسبت به شاهد (عدم کاربرد هورمون) شد که با تیمار IAA+KIN+GA تفاوت معنی داری نشان نداد (جدول ٤).

نتایج این آزمایش با گزارشات سعیدی و همکاران (۱۳۸٥)، قدرت و همکاران (۱۳۸۸)، وینگلر (۱۹۹۸)، زای و همکاران (۲۰۰٤) و زانگ و همکاران (۲۰۰٥) که نشان دادند استفاده از تنظیم کننده های رشد سبب افزایش کلروفیل می شود مطابقت دارد. طبق نتایج حاصل از راهداری و همکاران (۱۳۹۱) تنظیم کننده های رشد در حفظ رنگدانه های گلبرگ و برگ نقش دارند. سیتوکنین ها در افزایش مقدار رنگیزه های فتوسنتزی از جمله کلروفیل مؤثرند (سرمدنیا وکوچکی ، ۱۳۷٦). در اثر کاربرد اکسین رنگیزه های فتوسنتزی در گیاه سویا افزایش پیدا کرد (راهداری و همکاران، ۱۳۹۱). طبق نتایج آلدسکویی و همکاران (۲۰۱٤) محلول پاشی کاینتین سبب افزایش محتوای رنگدانه های فتوسنتزی در گندم می شود.

کاربرد تیمار IAA + KIN موجب افزایش پروتئین دانه به میزان ٦/۹۷ درصد نسبت به شاهد (عدم کاربرد هورمون) شد. کمترین میزان پروتئین نیز در تیمار شاهد بدست آمد (جدول ٤). طبق گزارش راهداری و همکاران (۱۳۹۱) سیتوکنین ها می توانند سنتز پروتئین را تنظیم کنند. اکسین در پروسه های گوناگون از قبیل تنظیم، تخریب و تجزیه پروتئین تا مسیرهای انتقال سیگنال نقش دارد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳). کاربرد کاینتین در عدس موجب افزایش قابل ملاحظه ای در میزان پروتئین دانه شد (خلیل و همکاران، ۲۰۰٦). طبق گزارش حسینی و همکاران (۱۳۹۳) اکسین موجب افزایش تولید جیبرلین می شود و انتقال پایه ای هورمون اکسین برای تولید جیبرلین های فعال ضروری است. نتایج حاصل از کائو و شانون (۱۹۹۷) نشان داد که جیبرلین سبب افزایش پروتئین دانه در ذرت شد.

بکارگیری ایندول استیک اسید و کاینتین ارتفاع بوته عدس را به طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار نداد (گیاناکولا و همکاران، ۲۰۱۲). براساس گزارش فاوزی و همکاران (۲۰۱۱) دو بار محلول پاشی جیبرلین در ۳۰ و ٤۰ روز پس از کاشت با غلظت ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ پی پی ام سبب افزایش ارتفاع بوته در گیاه لوبیا می شود که بیشترین ارتفاع با کاربرد ۱۰۰ پی پی ام از جیبرلین حاصل شد. کاربرد ٤۰ پی پی ام کاینتین در مرحله ی ۱۰ روز قبل از گلدهی و ۷۰ و ۸۰ روز پس از آن موجب کاهش ارتفاع بوته عدس شد (خلیل و همکاران، ۲۰۰٦). طبق مطالعه کشاورزی و همکاران (۱۳۹۲) کاربرد ۵۰ پی پی ام از هورمون اکسین در ارتفاع ذرت از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با شاهد نداشت.

بیشترین مقدار وزن هزار دانه در اثر کاربرد تیمار هورمونی ایندول استیک اسید + کاینتین با میانگین ٤۸/۹۹ گرم حاصل گردید اما ترکیب جیبرلین با این تیمار سبب کاهش در مقدار وزن هزار دانه گردید گویا جیبرلین به گونه ای از انتقال مواد فتوسنتزی به دانه ممانعت کرده است (جدول ٤). در حالی که IAA+KIN+GA سبب افزایش وزن هزار دانه شد اما تفاوت معنی داری به لحاظ آماری با ترکیب IAA+KIN نشان نداد. به طور کلی می توان چنین بیان کرد که عمل هورمون های گیاهی به ترکیب آنها بستگی دارد. سایر تیمارها از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی داری از لحاظ آماری با تیمار شاهد نداشتند. تیمار هورمونی ایندول استیک اسید+کاینتین سبب افزایش ۸/٦۹ درصدی وزن هزار دانه نسبت به شاهد (عدم کاربرد هورمون) شد (جدول ٤). کمترین میزان وزن هزار دانه نیز مربوط به تیمار شاهد (عدم کاربرد هورمون) بود (جدول ٤).

بنا به اظهار سعیدی و همکاران (۱۳۸۵) سیتوکنین علاوه بر افزایش مقادیر نسبی کلروفیل a و b سبب افزایش فتوسنتز در مقایسه با تیمار شاهد و ABA شد در این بررسی با افزایش محتوای کلروفیل a، کلروفیل کل نیز که از مجموع کلروفیل a و کلروفیل b حاصل می شود افزایش می یابد. بنابراین با افزایش میزان فتوسنتز گیاه از طریق افزایش محتوای کلروفیل می توان افزایش وزن هزار دانه را انتظار داشت. ضمن اینکه مشخص شده سیتوکینین با تحت تأثیر قرار دادن تقسیم سلولی آندوسپرم دانه باعث افزایش رشد دانه و در نتیجه افزایش وزن دانه شده و این امر منجر به افزایش عملکرد دانه گردید (قاطعی و همکاران، ۱۳۹٤). سیتوکنین در تجمع مواد غذایی در دانه ها نقش دارد. گزارش شده که یک رابطه معنی دار مثبت بین میزان سیتوکنین و تجمع ماده خشک در دانه های بخشهای مختلف سنبله وجود دارد. به طوری که دانه هایی که دارای بیشترین میانگین وزن دانه هستند از مقدار سیتوکنین بیشتری برخوردارند (ارادتمند اصلی و اکبری فامیله، ۱۳۹٤). بنا به گزارش هنیری حقیقی و همکاران (۱۳۹٤) هورمون اکسین می تواند در بهبود محصولات غلات مؤثر باشد.

طبق نتایج کیاچهارباغی و همکاران (۱۳۸۹) وزن هزار دانه گندم به طور معنی داری تحت تأثیر مصرف سیتوکنین در زمان ظهور سنبله و با غلظت ۱۰۰ میکرو مولار قرار گرفت. نتایج حاصل از کرمی و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که محلول پاشی سیتوکنین بعد از گرده افشانی سبب افزایش وزن هزار دانه و افزایش تعداد سلول های دانه آندوسپرم دانه گندم شد. ایندول استیک اسید (IAA) با انتقال مؤثر مواد فتوسنتزی به دانه موجب افزایش نسبی وزن هزار دانه گردید (کریمی و همکاران، ۱۳۹۲). طبق نتایج خلیل و همکاران (۲۰۰٦) کاینتین در تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول نقش دارد. طبق یافته های حاصل از آزمایشات سعیدی و همکاران (۱۳۸۵) در اثر کاربرد خارجی CK غلظت IAA در دانه ی در حال رشد در مرحله ی تقسیم سلولی آندوسپرم دارای بیشترین مقدار است. براساس گزارش سعیدی و همکاران (۱۳۸۵) ممکن است تنظیم کننده ی رشد IAA همراه با CK در تقسیم سلولی به صورت همسازی عمل کند. بنا به گزارش زند و همکاران (۱۳۸۸) محلول پاشی تنظیم کننده رشد اکسین با تحریک رشد و تقسیم سلولی دانه را به مخزن قوی تبدیل کرده و سبب پذیرش مواد فتوسنتزی بیشتری می شود.

نتیجه گیری

در این بررسی بیشترین میزان کلروفیل، درصد پروتئین دانه و وزن هزار دانه از کاربرد توأم ایندول استیک اسید + کاینتین حاصل گردید. نقش مثبت هورمون های رشد با تحت تأثیر قرار دادن کلروفیل، جذب و انتقال نیتروژن در این بررسی مورد تأیید قرار گرفت همچنین نشان داد که برهمکنش هورمون ها (IAA+KIN) تأثیری متفاوت از به کارگیری مجزای آنها دارد. با توجه به اینکه هورمون های مورد استفاده هر چند برخی صفات را به صورت معنی دار بهبود داد اما تأثیری بر عملکرد نهایی دانه نداشت. عدم تأثیر مطلوب سایر تیمارها می تواند ناشی از نوع ترکیب هورمونی، نوع گیاه و زمان استعمال آن ها باشد. بنابراین می توان پیشنهاد داد که غلظت مورد استفاده و نیز زمان مورد استفاده در رقم جو سرارود مورد بررسی مجدد قرار گیرد.

منابع

ارادتمند اصلی، د و م. اکبری فامیله. ۱۳۹٤. ارتباط بین میزان توزیع سیتوکنین و تجمع ماده خشک در دانههای بخشهای مختلف محور سنبله و سنبلچه گندم. مجله زراعت و اصلاح نباتات. جلد ۱۱، شماره ۳: ۹-۱.

امام، ی.۱۳۸۳. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۷٦ صفحه.

حسینی، س. م.، س. م. حسینی و م. جهانگیری ارفعی. ۱۳۹۳. مروری جامع بر هورمون اکسین در گیاهان. مجموعه مقالات اولین کنگره ملی زیست شناسی و علوم طبیعی ایران. مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار. ۷ صفحه.

راهداری، پ.، و. شریف زاده و ش. کیابی. ۱۳۹۱. اثرات اکسین (NAA) و سیتوکنین (BA) بر فاکتورهای فیزیولوژیک سویا (*Glycin max* L.) (رنگدانه های فتوسنتزی، مقدار قند و پروتئین). مجموعه مقالات دومین سمینار ملی امنیت غذایی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سواد کوه. ٤ صفحه.

زند، ب.، ع. سروش زاده. ف. قناتی و ف. مرادی. ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی عنصر روی و تنظیم کننده رشد اکسین بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت دانه ای در شرایط کمبود آب. مجله به زراعی نهال و بذر. جلد ۲۵، شماره ٤: ٤٤۸-٤۳۱.

سالاردینی، ع و م. مجتهدی. ۱۳٦۷. اصول تغذیه ی گیاه. مرکز نشر دانشگاهی تهران. ۳۱۵ صفحه.

سرمدنیا، غ و ع. کوچکی. ۱۳۷٦. جنبه های فیزیولوژیکی زراعت دیم. جهاد دانشگاهی مشهد. ٤٤۰ صفحه.

سعیدی، م.، ف. مرادی. ع. احمدی. ک. پوستینی وگ. نجفیان. ۱۳۸۵. اثر محلو ل پاشی اسید آبسیزیک و سیتوکینین در مراحل مختلف رشد دانه بر پاره ای از جنبه های فیزیولوژیک روابط منبع و مخزن در دو رقم گندم. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۸، شماره ۳: ۲۸۲-۲٦۸.

شاهمرادی، ه. ۱۳۹۲. اثرات تغذیه برگی اوره در مراحل مختلف رشد بر ویژگی های کمی و کیفی ارقام جو دیم در ایلام. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، ایلام: دانشگاه ایلام، ۷۵ صفحه.

صالحی فر، م.، ب. ربیعی. م. افشار محمدیان و ج. اصغری. ۱۳۹۳. اثر محلول پاشی ایندول استیک اسید و کاینتین بر صفات گیاهی و شاخص های فلورسانس کلروفیل گیاهچه های برنج در شرایط تنش خشکی. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱٦، شماره ٤: ۳۰۷-۲۹۳.

صالحی فر، م.، ب. ربیعی. م. افشار محمدیان و ج. اصغری. ۱۳۹٤. تأثیر ایندول استیک اسید و کاینتین بر صفات مرفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام برنج تحت تنش خشکی. مجله تحقیقات غلات. دوره ۵، شماره ۳: ۲۱۸-۲۰۳.

عنایتی، ع.، م. انتصاری. ف. شریف زاده و ح. غفاری. ۱۳۸۸. بررسی اثر هورمون های اکسین، سیتوکنین و جیبرلین بر جوانه زنی بذور پیر شده طبیعی دو رقم کلزا. مجموعه مقالات اولین همایش ملی گیاهان دانه روغنی. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۳ صفحه.

قاطعی، ع.، بخشنده، ع.، ابدالی مشهدی، ع. ر.، سیادت، س. ع.، عالمی سعید، خ و قرینه، م. ح. ۱۳۹٤. اثر سطوح مختلف نیتروژن و محلول پاشی سیتوکینین بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در شرایط تنش گرمای انتهای فصل در اهواز. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. جلد ۵، شماره ۱٦: ۱۰٦-۹۷.

قدرت، و.، م. سعید تدین و ب. جعفری حقیقتی. ۱۳۸۸. بررسی اثر تنظیم کننده های رشد (IBA و GA3) بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت، مجموعه مقالات همایش ملی علوم آب، خاک، گیاه و مکانیزاسیون کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول. ٤ صفحه.

کرمی، م.، ب. جعفری و ا. علیزاده. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربردمقادیر مختلف سیتوکنین در مراحل رشد گندم، بر عملکرد و اجزای آن. دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. ۱ صفحه.

کریمی، ا.، م. تاجبخش. ر. امیرنیا و ع. عیوضی. ۱۳۹۲. اثر برخی مواد محرک رشد گیاهی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت (*Zea mys* L.). مجله پژوهش های تولید گیاهی. جلد ۲۰ ، شماره ۲: ۱۷۸-۱٦۱.

کشاورزی، م.، ب. حقیقی و ع. باقری. ۱۳۹۲. ارزیابی تأثیر هورمون اکسین و جیبرلین بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت علوفه ای. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. جلد ۵، شماره ۱۵: ۳۵-۲٦.

کیاچهارباغی، س.، س. وزان. ف. مرادی و م. سام دلیری. ۱۳۸۹. اثر مصرف خارجی اسید آبسزیک و سیتوکنین بر گندم (*Triticum aestivum* L.). مجله پژوهش در علوم زراعی. جلد ۳، شماره ۱۰: ۵۹-٤۵.

ماهرخ، ع.، نبی پور، م.، روشنفکر دزفولی، ح و چوکان، ر. ۱۳۹۵. ارزیابی روابط هورمون‌های اکسین و سیتوکینین بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت در شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش های زراعی ایران. جلد ۱٤، شماره ۲: ۱ صفحه.

محبتی، ف.، ف. مرادی. ف. پاکنژاد. س. وزان. د. حبیبی. س. بهینا. و ه. پورایراندوست. ۱۳۹۱. اثر محلول پاشی هورمون های اکسین، اسید آبسزیک و سیتوکنین بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد سه ژنوتیپ برنج در شرایط تنش دمای پائین. مجله علوم زراعی ایران. جلد ١٤، شماره ۱: ۷۱-۵۸.

محمدی، س.، س. پیغممبر نژاد و س. عارفی. ۱۳۹۱. تأثیر تغذیه برگی اوره در مراحل مختلف نمو بر عملکرد دانه و درصد پروتئین دو رقم گندم دیم. مجله ی پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۱، شماره ۱: ۲۱۳-۲۰۷.

ملکوتی، م و م. نفیسی. ١٣٦٧. مصرف کود در اراضی زراعی فاریاب و دیم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ٢٦٤ صفحه.

هنیری حقیقی، ر.، ط. ساکی نژاد و ش. عطارزاده. ١٣٩٤. بررسی اثر کاربرد مقادیر هورمون اکسین در دوره های مختلف رشد بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم. کنفرانس بین المللی توسعه پایدار راهکارها و چالش ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری. تبریز. ۱۱ صفحه.

Albacete, A. A., C. Martinez- Andujar and F. Perez- Alfocea. 2014. Hormonal and metabolic regulation of source–sink relations under salinity and drought: From plant survival to crop yield stability. Journal of Advanced Biotechnology. 32: 12-30.

Aldesuquy, H., Z. Baka and B. Mickky. 2014. Kinetin and spermine mediated induction of salt tolerance in wheat plants: leaf area, photosynthesis and chloroplast ultrastructure of flag leaf at ear emergence. Journal of Basic and Applied Sciences. 1: 77-78.

Arnon, D. T. 1949. Copper enzymes in isolation chloroplast phenoloxidase in (*Beta vulgaris* L.). Journal of Plant Physiology. 24: 1-15.

Cao, H and C. Shannon. 1997. Effect of Gibberellin on growth, protein secretion and starch accumulation in maize endosperm suspension cells. Journal of Plant Growth Regulation. 16:137-140.

Fawzy, Z.F., A.M. El-Bassiony, M.A. El-Nemr and M. El-Desu ki. 2011. Improvement growth, yield and quality of two snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties using some growth regulators. Journal of Applied Sciences Research. 7: 2047-2055.

Giannakoula, A. E., I. L. Ilias, J. J. D. Maksimovic, V. M. Maksimovic and B. D. Z. ivanovic. 2012. The effects of plant growth regulators on growth, yield, and phenolic profile of lentil plants. Journal of Food Composition and Analysis.28: 46-53.

Iqbal, N., Sh.Umar and N. Khan. 2014. A new perspective of phytohormones in salinity
tolerance: Regulation of proline metabolism. Environmental and Experimental Botany.100: 34-42.

Khalil, S., H. M. El-Saeid and M. Shalaby. 2006. The role of kinetin in flower abscission and yield of lentil plant. Journal of Applied Scientific Research. 2: 587-591.

Pan, S., F. Rasul, W. Li, H. Tian, Z. Mo, M. Duan and X. Tang. 2013. Roles of plant growth regulators on yield, grain qualities and antioxidant enzyme activities in super hybrid rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Rice. 6: 1-10.

Pospisilova, J. 2003. Participation of phytohormones in the stomatal regulation of gas exchange during water stress. Journal of the Biologiaplantarum. 46: 491-506.

Wingler, A., A. von Schaewen, R. C. Leegood, P. J. Lea and W. P. Quick. 1998.
Regulation of leaf senescence by cytokinin, sugars, and light. Journal of Plant Physiology. 116: 329-335.

Xie, Z., D. Jiang, T. Dai and W. Cao. Effect of exogenous ABA and cytokinin on leaf
photosynthesis and grain protein accumulation in wheat ears cultured in vitro. 2004. Journal of Plant Growth Regulation. 44: 25-32.

Zahir, Z.A., H. N. Asghar and M. 2001. Arshad. Cytokinin and its precursors for improving growth and yield of rice. Journal of Soil Biology & Biochemistry. 33: 405-408.

Zhang, X., T. Wang and C. Li. 2005. Different responses of two contrasting wheat genotypes to abscisic acid application. Journal of Biologia Plantarum. 49: 613-616.

Agro-physiological responses of barley to foliar application of some plant-hormones under dryland farming

S. Najafnia[1], A. Hatami[2], M.J. Zarea[3]

Received: 2016-5-3 Accepted: 2016-8-20

Abstract

A field study carried out during 2014-2015 to investigate the effect of various plant hormones, applied single or in combination, on grain yield, yield components and protein content of barley cultivar of Sararood under dryland farming. Experiment conducted at farm research of Ilam university a randomized complete block design consisted of 8 treatments including control, IAA, GA, KIN, IAA+GA, IAA+KIN, GA+KIN and IAA+KIN+GA, replicated in three times. Foliar application of hormones was done when plants were at flowering stage. Results showed that foliar application of hormone treatments resulted in enhanced total chlorophyll, chlorophyll a contents, 1000-grain weight and grain protein content. Foliar application combination of IAA+ KIN had the greatest promoting effects on total chlorophyll and chlorophyll a contents, 1000-grain weight and grain protein and increased total chlorophyll, chlorophyll a contents, 1000-grain weight and grain protein content by 8.69, 10.6 and 9.85%, respectively. Foliar application of hormones, single or in combination, had not significantly effect on plant height, total number of spike m^{-2}, grain number $spike^{-1}$, grain yield and harvest index. Overall, results of this experiment suggested partial positive effect of plant hormone on agronomic traits of barley under dry land farming.

Keywords: Grain protein, Grain yield, Chlorophyll, Plant hormone

1- MSc, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2- Assistant professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
3- Associated professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran