بررسی اثر کاربرد سایتوکینین خارجی بر روی عملکرد سه رقم گندم نان

برمک جعفری حقیقی، مجید نبی‌پور، قربان نور محمدی[۲٤]

چکیده:

به منظور شناخت اثر کاربرد سایتوکینین خارجی بر روی عملکرد گندم آزمایشی در سال زراعی ۸۵-۱۳۸٤ در مزرعهٔ آزمایشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با دو فاکتور در چهار تکرار انجام گرفت. دو فاکتور شامل رقم گندم در سه سطح (کراس آزادی، داراب-۲ و نیک‌نژاد) و کاربرد غلظت‌های مختلف بنزیل‌آمینوپورین (BAP) در چهار سطح (۰، ۲، ٤ و ٦ PPM) در مرحلهٔ ظهور کامل سنبله‌ها (ZGS=۵۸-۵۹) بودند. نتایج نشان داد که تیمارهای ٦ و ٤ PPM کاربرد BAP، بالاترین LAD برگ پرچم، بالاترین شاخص کلروفیل و بالاترین SFD و در ضمن کمترین وزن ساقه و برگ پرچم و SGR را در هر سه رقم دارا می‌باشند. در نهایت تیمارهای ٦ و ٤ PPM کاربرد BAP، بالاترین وزن دانه را نشان دادند. با توجه به ثابت بودن سایر اجزاء عملکرد، عملکرد نهایی در این دو تیمار بالاترین و تیمار ۰ PPM کاربرد BAP پایین‌ترین عملکرد را داشت (به ترتیب ۷٤۸۲، ۷٤۰٤ و ۵۷۳٤ کیلوگرم در هکتار). می‌توان نتیجه گرفت که کاربردBAP در مرحله ابتدای پر شدن دانه (مرحلهٔ تقسیم سلولی در آندوسپرم) قادر است هم اندازهٔ مقصد را از طریق افزایش تعداد سلول‌های آندوسپرم افزوده و در نتیجه محدودیت مقصد را کاهش داده و اندازهٔ مبدا را با افزایش دوام سطح برگ، شاخص کلروفیل و طول پر شدن دانه افزوده باعث افزایش عملکرد گردد.

واژه‌های کلیدی: گندم، محدودیت فیزیوژیکی، منبع، مقصد، بنزیل‌آمینوپورین، SGR ، SFD، وزن دانه

مقدمه:

یکی از مباحث مهم در فیزیولوژی گیاهی بحث منبع*(Source)*و مخزن*(Sink)* می‌باشد.. این نکته که منبع یا مخزن عملکرد را محدود می‌کند از دیرباز موضوعی بحث انگیز و مشهود در بین فیزیولوژیستهای گیاهی بوده است(٤). مقالات بسیاری را می‌توان یافت که در محصولات زراعی مختلف ، محدودیت یکی از این دو عامل را دلیل اصلی محدودیت دانسته و اثبات کرده‌اند. این مقامات بحث‌های زیادی را برانگیخته‌اند. یکی از فاکتورهای مؤثر در تغییر اندازهٔ مخزن و منبع هورمون سایتوکینین[۲۵] می باشد. سایتوکینین با افزایش دوام سطح برگ و عقب انداختن پیری برگها از راههای متعدد باعث افزایش منبع می‌شود(٤)، همچنین این هورمون نقش بسیار مهم و اساسی در تقسیم سلولهای آندرسپرم بذر غلات در فاز اول نمو بذر داشتهٔ و بنابراین اثر شگرفی بر روی اندازهٔ مخزن دارد. بنابراین با کاربرد این ماده می توان نسبت به کاهش محدودیت منبع یا مقرن جهت افزایش عملکرد اقدام نمود. هدف کلی از اجرای آزمایش این است که مشخص شود با کاربرد سایتوکینین تا چه حد می‌توان محدودیت‌های موجود را در جهت افزایش عملکرد کاهش داد.

اوانز[۲٦](۱۹۹۳) پس از انجام یک بررسی جامع در این موضوع نتیجه گرفت که منبع و مخزن مستقل نیستند و بنابراین هر دو ممکن است عملکرد را محدود کنند. این عدم استقلال با توجه به اثر منبع بر اندازهٔ مخزن و توان بالقوهٔ در تحت تأثیر قرار دادن فعالیت منبع

---

[۲٤]-به ترتیب عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان، استادیار گروه زراعت دانشگاه شهید چمران اهواز و استاد دانشگاه علوم و تحقیقات

2)Cytokinin

[۲٦] *)Evans*

فعالیت منبع ، مشخص می شود(١٤).اوانز و واردلا[٢٧] پیشنهاد کرده‌اند که ممکن است در ارقام پر محصول که در محیط سازش یافته رشد می‌کنند مبدأ و مقصد متوازن باشند(١٤).

گیفرد و همکاران[٢٨] (١٩٧٣) از مقایسه تغییرات کل وزن خشک گیاه زراعی و وزن خشک دانه پس از سایه اندازی یا غنی سازی Co_2 نتیجه‌گیری کردند که مبدأ و مقصد با هم محدودیت‌های نسبی بر پرشدن دانهٔ گندم اعمال نمودند. بی‌شک کنترل بازخوری[٢٩] فتوسنتز به وسیلهٔ تقاضای مقصد و توانایی نسبی اجزایی از عملکرد که بعدها تشکیل می‌شوند در جبران کمبود اجزایی که پیش از این تعیین شده برای چنین توازنی مناسب است (٧، ١٥).

به طور کلی در غلات عملکرد دو جزء دارد جزء اول تعداد بذر و جزء دوم وزن بذر است. رشد بذری که برای عملکرد اقتصادی در یک محصول دانه‌ای برداشت می‌شود دو جزء دارد. یک جزء سرعت و یک جزء زمان، که به عنوان سرعت رشد بذر(*SGR*) [٣٠] و دورهٔ پرشدن بذر (*SFD*)[٣١] تعریف می‌شود. در اندازهٔ نهایی بذر (وزن هر بذر) تغییر و تنوع ایجاد می‌شود زیرا بذور در دوره‌های طولانی‌تر یا کوتاهتر، سریعتر یا کندتر رشد می‌کنند(٤). سرعت رشد بذر تحت تأثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرد ژنتیک یکی از این عاملهاست. شواهد بسیاری از گیاهان زراعی مؤید این است که SGR تحت کنترل ژنتیکی است و به نظر می رسد کنترل ژنتیکی احتمالاً یک پدیدهٔ عمومی درکلیهٔ گونه‌های زراعی می‌باشد. تغییر SGR از طریق انتخاب مستقیم نیز بیانگر کنترل ژنتیکی است(٤ و ١٦). اختلافات ژنتیکی در *SGR* عمدتاً توسط بذر و از طریق تعداد سلولهای لپه‌ها یا آندوسپرم تنظیم می‌گردد. همبستگی‌های معنی‌داری بین تعداد سلول و *SGR* برای سویا، ذرت، گندم و جو گزارش شده است (٤، ١٦، ١٨).). با این اوصاف می‌توان گفت که هر عاملی بتواند تعداد سلولهای آندوسپرم را در غلاف (لپه ها را بقولات) به نحوی افزایش دهد قادر به افزایش *SGR* و به دنبال آن افزایش وزن دانه خواهد بود. یکی از مهمترین فاکتورها در تقسیم سلولی وجود هورمون سایتوکینین است. نقش این هورمون در تقسیم سلولی انکار ناپذیر است و محققین بسیاری به آن اذعان دارند (٤، ٢٧، ٦، ٢٠ و ٢٥).

بانووتز[٣٢] و همکاران (١٩٩٩) نشان دادند که در گندم پاکوتاه *Tibet Dwarf*، میزان سایتوکینین دانه حدود سه روز بعد از گرده افشانی به حداکثر خود می‌رسد. این افزایش هم در زآتین و دی‌هیدروزآتین مشاهده شد و هم در سایتوکینین‌های گروه ایزوپنتیل آدنین. در ضمن حدود ٥ روز بعد از گرده افشانی هم مجدداً میزان سایتوکینین‌ها به سطح عادی خود کاهش یافتند(٩). بنکوا[٣٣] و همکاران (١٩٩٩) بیان کردند که سایتوکینین در سنتز پروتئین و جلوگیری از تجزیهٔ کلروفیل نقش دارد. سایتوکینین‌ها رونویسی ژنی و سنتزپروئیئن‌ها را تحریک می‌کنند. مهمترین این ژنها آنهایی هستند که روبیسکو[٣٤] و پروتئین‌های متصل شونده به کلروفیل‌های *a* و *b* را می‌سازند . به نظر می رسد که نقش سایتوکینین‌ها درساخت این پروتئین‌ها در کنترل مرحلهٔ ترجمه و پس از آن باشد هر چند که سایتوکینین‌ها بر روی تعدای از فرایندهای وابسته به کلروپلاست اثر می گذارد اما وجود سایتوکینین‌ها در کلروپلاستها به اثبات نرسیده بود(١٠). منبع سایتوکینین‌های فعال دانه در گندم به طور دقیق مشخص نیست. برخی ممکن است از سنبله سرچشمه گیرند و بی شک برخی به نظر می‌رسد در جریان تعرق از ریشه ها منتقل شده باشند. از این رو فعالیت سایتوکینین در دانه‌های جو، سنبله‌هایی که ریشک آنها قطع شده و هدر روی ترقی آنها کاهش یافته، نسبت به سنبله های دست نخورده کمتر بود. افزون براین کاهش تولید سایتوکینین به وسیله ریشه‌ها به دلیل غرقاب شدن، در کم شدن فعالیت سایتوکینین در دانه‌ها و کاهش رشد دانه انعکاس یافت(٧و٢٣). به طور کلی منبع سایتوکینین هرچه که باشد در مرحله تقسیم سریع سلولهای آندوسپرم نقش مؤثری در افزایش

---

[٢٧] *Evans and Wardlaw*
[٢٨] *Gifford etal*
[٢٩] *Feed back control*
[٣٠] *Seed Growth Rate*
[٣١] *Seed Fillng Duration*
[٣٢] *Banowetz*
[٣٣] *Benkova*
[٣٤] *Rubisco*

تعداد سلولهای آندوسپرم دارد و افزایش آن در این مرحلهٔ بحرانی تعداد سلولهای آندوسپرم را در گندم افزایش داده و در نتیجه قادر به افزایش وزن هزار دانه خواهد بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زارعی ۸۵-۸٤ در ارسنجان فارس به اجرا درآمد. این مزرعه در محلی با با عرض جغرافیایی۲۹ درجه و۲۹ دقیقه با ارتفاع۱٦۹۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با دو فاکتو و چهار تکرارانجام گردید. فاکتور اول رقم (شامل ارقام نیک‌نژاد، کراس‌آزادی و داراب-۲) و فاکتور دوم کاربرد سایتوکینین مصنوعی بنزیل آمینو پورین[۳۵] (در غلظتهای ۰ ، ۲ ، ٤ و ٦ قسمت در میلیون به میزان ۵۰۰ لیتر در هکتار) در مرحلهٔ *ZGS = ۵۹-۵۷* بود.

. *نتایج*

روند تغییرات سطح برگ پرچم

در حداکثر سطح برگ پرچم تفاوت چندانی‌بین غلظتهای مختلف وجود ندارد اما روند کاهش سطح برگ پرچم که از حدود ۱۵ روز بعد از هورمون پاشی شروع می‌شود در مورد غلظتهای ٤ و ٦ قسمت در میلیون هورمون، کندتر اتفاق می‌افتد. یعنی دوام سطح برگ پرچم با اعمال تیمارهای ٤ و ٦ ppm هورمون بیشتر بود. معادله منحنی تغییرات سطح برگ پرچم و سطح زیر منحنی آن که نشان دهنده دوام سطح برگ پرچم می‌باشد در جدول ۱ آمده است.

روند تغییرات وزن خشک ساقه و غلاف

نمودار ۲ روند تغییرات وزن خشک ساقه و غلاف را در سطح مختلف هورمون نشان می‌دهند. ملاحظه می‌گردد که از ابتدای اعمال تیمار هورمون تا حدود اواسط مرحله پر شدن دانه وزن خشک ساقه و غلاف ثابت و در بالاترین حد خود است. از اواسط پر شدن دانه روند کاهشی محسوسی در وزن خشک ساقه و غلاف مشاهده می‌گردد که این روند کاهشی در تیمارهای ٤ و ٦ قسمت در میلیون هورمون بسیار محسوس‌تر می‌باشد.

روند تغییرات شاخص کلروفیل در برگ پرچم

روند تغییرات شاخص کلروفیل در برگ پرچم در غلظتهای مختلف هورمون در نمودار ۳ آمده است. همانگونه‌که ملاحظه می‌شود در-تیمار شاهد (صفر قسمت‌درمیلیون هورمون) شاخص کلروفیل برگ پرچم در ابتدا ثابت بوده و سپس همگام باز زرد شدن برگ پرچم کاهش می‌یابد، اما با اعمال تیمار هورمون حدود ۳ تا ۵ روز بعد از هورمون پاشی شاخص کلروفیل افزایش یافته تا به حداکثر خود می‌رسد سپس ثابت مانده و در نهایت هنگام با زرد شدن برگ پرچم کاهش می‌یابد. ضمناً افزایش شاخص کلروفیل در برگ پرچم در تیمارهای ٤ و ٦ قسمت در میلیون بسیار بیشتر از تیمار ۲ قسمت در میلیون می‌باشد. به روایتی می‌توان گفت که با اعمال تیمار هورمون هم برگ سبزتر شده (میزان کلروفیل بالاتر رفته) و هم اینکه زرد شدن برگ به تأخیر افتاده است.(بویژه در تیمارهای ٤ و ٦ قسمت در میلیون).

درصد نهایی ازت در برگ پرچم

اثر مقادیر مختلف هورمون بر روی این صفت معنی‌دارگردید مقایسه میانگین درصد نهایی ازت در برگ پرچم برای غلظتهای مختلف هورمون نشان داد که غلظتهای ٤ و ٦ قسمت در میلیون در یک سطح و پایین‌ترین و غلظتهای ۰ و ۲ در میلیون بالاترین درصد ازت را در برگ پرچم دارا می‌باشند (نمودار ٤).

همانگونه که در نمودار ۵ ملاحظه می‌گردد مقایسه میانگین وزن نهایی برگ پرچم برای غلظتهای مختلف هورمون نشان داد که غلظتهای صفر و ۲ قسمت در میلیون در یک سطح و وزن نهایی برگ پرچم بالاتری نسبت به غلظتهای ٤ و ٦ قسمت در میلیون که خود در یک سطح آماری هستند، دارا می‌باشند.

۳۵- *N^6-Benzylamino purin*

طول دوره پر شدن دانه

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس طول دوره پر شدن دانه را نشان می‌دهد. این نتایج نشان می‌دهد که اثر غلظتهای مختلف هورمون بر روی این صفت معنی‌دار است. اما اثر ارقام و همچنین اثر متقابل رقم و هورمون بر روی طول دوره پر شدن دانه معنی‌دار نگردید. مقایسه میانگین طول دوره پر شدن دانه برای سطوح مختلف هورمون در جدول ۲ و نمودار ٦ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که غلظتهای ٦ و ٤ قسمت در میلیون در یک سطح و بالاترین و غلظتهای ۲ و صفر قسمت در میلیون هم در یک سطح و پایین‌ترین طول دوره پر شدن دانه را دارا می‌باشد.

روند رشد دانه

. چگونگی روند رشد دانه برای سطوح مختلف هورمون در نمودار ۷ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد روند در هر چهار سطح اعمال هورمون یکسان است اما در سطوح ٦ و ٤ قسمت در میلیون کاربرد هورمون کل منحنی مربوط به روند پر شدن دانه به سمت بالاترتمایل پیدا کند (به نسبت تیمارهای صفر و ۲ قسمت در میلیون). در ضمن مدت زمانی که دانه در مرحله رشد خطی می‌باشد هم در سطوح بالاتر هورمون طولانی‌تر بوده و به روایتی دیرتر به حداکثر وزن دانه می‌رسند. و در نهایت وزن نهایی دانه نیز در آنها بالاتر است.

به منظور مقایسه سرعت پر شدن دانه بین سطوح مختلف کاربرد هورمون و همچنین ارقام مختلف، بدین گونه عمل شد که با استفاده از نرم افزار *SPSS* معادله خط دگرسیونی (برای مرحله خطی پر شدن دانه) در زمانهای مختلف محاسبه گردید و شیب خط دگرسیونی به سرعت پر شدن دانه نسبت داده شد.جدول ۳ سرعت پر شدن دانه و وزن نهایی دانه را برای سطوح مختلف هورمون نشان می‌دهد. نتایج این جدول بیان می‌کند که در بین سطوح مختلف هورمون تیمارهای ٦ و ٤ قسمت در میلیون سرعت رشد دانه پایین‌تری نسبت به سطوح ۲ و صفر قسمت در میلیون دارند.

درصد ازت دانه

مقایسه میانگین درصد ازت دانه برای غلظتهای مختلف هورمون نشان داد که با افزایش غلظت هورمون ازت دانه‌ها نیز کاهش می-یابد(نمودار۸)، به نحوی که تیمارهای صفر و ۲ قسمت در میلیون بالاترین و تیمارهای ٤ و ٦ قسمت در میلیون پایین‌ترین درصد ازت را در دانه دارند.

وزن نهایی دانه

. نتایج نشان می‌دهد که اثر غلظتهای مختلف هورمون و نیز ارقام مختلف بر روی وزن نهایی دانه معنی‌دار است. مقایسه میانگین وزن نهایی دانه برای غلظتهای مختلف هورمون نشان داد که به ترتیب غلظتهای ٦ و ٤ قسمت در میلیون کاربرد هورمون بالاترین و غلظتهای ۲ و صفر قسمت در میلیون هم پایین‌ترین وزن نهایی دانه را دارا هستند (جدول۳).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس این صفت در جدول ۱ آمده است. این نتایج نشان می‌دهد که اثر غلظتهای مختلف هورمون و ارقام مختلف بر روی عملکرد معنی‌دار است. اما اثر متقابل این دو معنی‌دار نگردید. مقایسه میانگین عملکرد دانه برای غلظتهای مختلف هورمون نشان می‌دهد که کاربرد ٤ و ٦ قسمت در میلیون هورمون عملکرد دانه بالاتری را در مقایسه با کاربرد ۲ و صفر قسمت در میلیون هورمون دارد . (نمودار ۹).

بحث

اعمال تیمار هورمون اثری برروی افزایش سطح برگ پرچم نداشت چراکه اعمال این تیمار بعد از باز شدن کامل[۳۶] برگ پرچم انجام شد. اما با افزایش غلظت هورمون دوام سطح برگ پرچم افزایش یافت به نحوی که غلظت‌های ٤ و ٦ PPM هورمون بالاترین (به ترتیب با ٥٠٠,٤٤ و ٤٧٩,٩٢ سانتیمترمربع در ٤٩ روز) و تیمار بدون هورمون پایین‌ترین دوام سطح برگ پرچم را دارا بود (٤٠١,٩٠ سانتیمترمزبع در ٤٩ روز). لئوپولد و کاواز[۳۷] (١٩٦٤) نیز نشان دادند که حتی اگر فقط یک برگ با بنزیل‌آدنین تیمار شده باشد، آن برگ سبز باقی مانده و مابقی برگ‌های هم سن آن زرد شده و می‌افتند. شاخص کلروفیل معیاری از سبز بودن برگ به روایتی غلظت کلروفیل می‌باشد. می‌توان گفت هر چه شاخص کلروفیل بیشتر باشد غلظت آن هم بیشتر خواهد بود. در این آزمایش در تیمار با هورمون ملاحظه شد که شاخص کلروفیل حدود ٥ روز بعد از اعمال تیمار بالا رفته و سپس ثابت ماند. این افزایش در تیمارهای ٦ و ٤ PPM غلظت هورمون بیشتر بود، اما تیمار صفر PPM هورمون هیچ گونه افزایشی را در شاخص کلروفیل نشان نداد. لیو و شوجی[۳۸] (١٩٨٢) نیز نشان دادند که برگ‌هایی را که در تاریکی قرار گرفته است اگر قبل از قرار گرفتن در معرض نور، با بنزیل آدنین تیمار شوند، کلروپلاست‌هایی با گراناهای گسترده‌تر تشکیل می‌دهند، همچنین کلروفیل و آنزیم‌های فتوسنتز بعد از قرار گرفتن در معرض نور با سرعت بیشتری ساخته می‌شوند. درضمن آنها بیان کردند که سایتوکینین‌ها ساخت پروتئین‌های فتوسنتزی را تسریع می‌کنند (٢١).

از اواسط مرحلهٔ پر شدن دانه که فتوسنتز جاری به علت رو به پیری رفتن برگ‌ها شروع به کم شدن می‌کند، ذخایر ساقه و غلاف به سمت مقلصد حرکت می‌کنند. سهم مواد ذخیره‌ای قبل از گلدهی در شرایطی که فتوسنتز جاری به نحوی مختل می‌شود، مثل شرایط بروز تنش‌ها بیشتر می‌شود (٨، ٤ و ٧). در این تحقیق مشاهده گردید که در تیمارهایی که مقصد را بزرگتر می‌کنند (کاربرد هورمون با غلظت ٤ و٦ PPM)، چون تقاضا برای اسیمیلات بیشتر است مواد ذخیره‌ای بیشتری از ساقه‌ها به طرف دانه‌ها حرکت می‌کنند، این موضوع سبب می‌شود که وزن نهایی ساقه و غلافها در این تیمارها کاسته شود. در مورد وزن نهایی برگ پرچم نیز همین نتیجه به دست آمد و در تیمارهای کاربرد ٤ و ٦ PPM غلظت هورمون، مواد بیشتری از برگ پرچم در حال زرد شدن به دانه‌ها منتقل شده‌اند. اندازه‌گیری غلظت ازت در ساقه و غلاف و نیز برگ پرچم همین روند را نشان داد به نحوی که تیمار ٢ و ٠ PPM غلظت هورمون درصد ازت بالاتری را در ساقه و غلاف و برگ پرچم نسبت به تیمارهای ٦ و ٤ PPM دارا می‌باشند. به طور کلی در غلات حرکت مواد از ساقه به طرف برگ‌های بالایی و از برگ‌های بالایی به طرف دانه‌ها امری طبیعی است (٣). برای تعیین دورهٔ رشد بذر (SFD) در این تحقیق از گل شکفتگی[۳۹] برای برآورد آغاز رشد بذر و از رسیدگی فیزیولوژیک برای پایان رشد آن استفاده شد. اما چون تعیین دقیق این زمان‌ها در مزرعه تقریبا مشکل است، از دورهٔ مؤثر پر شدن بذر[٤٠] (EFP) استفاده گردید.. طبق تعریف آنها EFP بیانگر زمانی است که بذر جهت تجمع وزن نهایی در حین مرحلهٔ رشد خطی نیاز دارد و عبارت است از تقسیم وزن نهایی بذر به SGR در مرحلهٔ رشد خطی (١٥). جدول ٤ وزن نهایی تک بذر، SGR و EFP را برای غلظت‌های مختلف هورمون نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد در اعمال تیمار غلظت‌های ٦ و ٤ PPM، EFP بسیار طولانیتر از اعمال تیمارهای صفر و ٢ PPM غلظت هورمون می‌باشد. دلیل را می‌توان اینگونه بیان نمود که هورمون BAP باعث افزایش دوام سطح برگ شده بنابراین پیری برگ را به تاخیر انداخته، مدت زمان فتوسنتز برگ پرچم را افزوده و باطبع مدت زمان انتقال اسیمیلات به دانه را می‌افزاید که این خود باعث افزایش EFP در تیمارهای ٤ و ٦ PPM استفاده از BAP گردیده است.

---

[۳٦] –Fully expand
[۳۷] –Leopold & Kawase
[۳۸] –Lew & Tsuji
[۳۹] – Anthesis
[٤٠] – Effective Filling Period

از مهمترین عوامل مؤثر بر SGR می‌توان به عوامل محیطی و ژنتیکی اشاره کرد، یعنی به نوعی می‌توان این عوامل را به عواملی که بر فراهمی مواد جذبی برای بذر تاثیر می‌گذارند و عواملی که از خود بذر سرچشمه می‌گیرند تقسیم بندی کرد. فراهم بودن مواد خام برای رشد بذر با فتوسنتز و به مفهوم دیگر با اندازهٔ منبع رابطه دارد، به همین دلیل هر اثری از محیط که بر فتوسنتز اثر گذارد بر SGR نیز تاثیر خواهد گذاشت. از مهمترین عوامل ژنتیکی که بر روی SGR در غلات اثر می‌گذارد تعداد سلول‌های آندوسپرم است. بسیاری از محققین همبستگی بین تعداد سلول‌های آندوسپرم و SGR را تایید کرده‌اند (٢٦، ١٩ و ١٢). یکی از مهمترین عواملی که نقش اساسی را در تقسیم سلول‌های آندوسپرم دارد هورمون سایتوکنین می‌باشد. رابطهٔ بین تعداد سلول‌های آندوسپرم و میزان سایتوکینین را ولر (١٩٧٢)، مارسینسکا و همکاران (٢٠٠١)، یانگ و همکاران (٢٠٠٢)، هاتشیزون (٢٠٠٢) و موک (٢٠٠١) گزارش کرده‌اند (٢٩، ٢٢، ٢٨، ١٧ و ٢٤). در این تحقیق می‌توان بیان کرد که اثر دیگر BAP خارجی افزایش سلول‌های اندوسپرم و به روایتی افزایش قدرت مقصد بوده است. اما دلیل اینکه SGR در غلظت‌های ٤و ٦ PPM مصرف BAP نسبت به غلظت‌های صفر و ٢ PPM ماهش یافته است این است که غلظت‌های ٤ و ٦ PPM این ماده طول دورهٔ پر شدن بذر (به عبارت دیگر EFP) را می‌افزاید. این افزایش باعث می‌گردد که SGR علی‌رغم اثر افزایشی BAP بر روی تعداد سلول‌های آندوسپرم کاهش یابد چرا که SGR میانگین افزایش مادهٔ خشک بذر در روز است که با افزایش تعداد روزها SGR کاهش می‌یابد.

نتایج نشان داد که وزن نهایی دانه در تیمارهای مختلف غلظت هورمون متفاوت است و کاربرد ٦ و ٤ PPM غلظت BAP نسبت به کاربرد صفر و ٢ PPM، وزن دانهٔ بسیار بالاتری را باعث می‌شود به نحوی که غلظت ٦ PPM بنزیل‌آمینوپورین با وزن دانهٔ ٤٤/٤٠٨ میلی‌گرم بالاترین و تیمار صفر PPM با ٣٩/٠٧٥ میلی‌گرم پایین‌ترین وزن هزار دانه را دارا می‌باشد. در این تحقیق نتایج نشان داد که با اعمال سطوح بالاتر هورمون (٦ و ٤ PPM غلظت BAP) درصد ازت در دانه‌ها کاهش می‌یابد. دلیل را می‌توان بدین صورت بیان کرد که با کاربرد این سطوح از BAP وزن دانه به دلیل افزایش اندازهٔ مقصد افزایش یافته که این افزایش ناشی از تجمع نشاسته در سلول‌های آندوسپرم بذور می‌باشد. با توجه به اینکه ساکاروز به نشاسته تبدیل شده و در بذر ذخیره می‌گردد، افزایش میزان نشاسته درصد ازت را در بذور می‌کاهد هر چند که میزان کل این عنصر از نظر وزنی با افزایش اندازهٔ بذر افزایش خواهد یافت چراکه همانگونه که بیان شد با افزایش اندازهٔ مقصد هجوم این عناصر از ساقه و برگ پرچم بیشتر گردید چون تقاضا برای این مواد افزایش یافت.

در مورد سایر اجزای عملکرد کاربرد غلظت‌های مختلف BAP تفاوتی را بین تعداد دانه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله نشان نداد (جدول٥) چراکه اگر عملکرد دانه را ناشی از حاصلضرب وزن دانه در تعداد دانه (که خود شامل تعداد دانه در سنبلچه، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع است.) بدانیم (٥، ١، ٨، ٤، ٢٧، ٢٠، ١١)، می‌توان گفت جزء تعداد دانه قبل از اعمال تیمار هورمون پاشی ثابت شده است بنابراین اعمال تیمار هورمون اثری بر روی آنها ندارد. این نتیجه در مورد طول سنبله هم صادق است.

نتایج مربوط به عملکرد دانه نشان داد که کاربرد ٤ و ٦ PPM بنزیل‌آمینوپورین، بالاترین عملکرد را باعث می‌شوند (به ترتیب با ٧٤٨٤ و ٧٤٠٤,٦ کیلوگرم در هکتار)، درحالیکه تیمار شاهد یعنی صفر PPM با ٥٧٣٤,٧ کیلوگرم در هکتار عملکرد، پایین‌ترین میزان را دارا بود. دلیل بالاتر بودن عملکرد در تیمارهای ٦ و ٤ PPM غلظت BAP را می‌توان بالاتر بودن وزن دانه در این تیمارها بیان کرد. حال سئوال این است که با توجه به اینکه تحقیقات زیادی نشان داده است که بالا رفتن وزن دانه بین اجزاء عملکرد کمترین تاثیر را در افزایش عملکرد دارد (٢، ٤، ٨)، چرا بالا رفتن وزن دانه در این تحقیق تا این حد توانسته است عملکرد را افزایش دهد؟ اگر عملکرد را حاصل دو جزء اندازهٔ بذر و تعداد بذر بدانیم از نظر تئوری افزایش در هر کدام از این دو مؤلفه افزایش عملکرد را در پی دارد؛ اما چرا محققین جزء اندازهٔ بذر را در میزان عملکرد حائز اهمیت کمتری دانسته‌اند بدین دلیل است که اصلاحگران فیزیولوژی عملکرد با مفهومی به نام "جبران جزء عملکرد" روبه رو شدند، یعنی انتخاب برای جزء اندازهٔ بذر موفقیت آمیز بود اما جزء دوم یعنی تعداد بذر طوری تنظیم می‌شود (به روایتی کاهش پیدا می‌کند) که درکل افزایش وزن دانه تاثیری برروی عملکرد نهایی دانه نداشت،

به روایتی تعداد دانه ثابت باقی نمی‌ماند که در نتیجه با افزایش وزن دانه عملکرد افزایش یابد. اما در این تحقیق مشکل جزء جبرانی عملکرد وجود نداشت چراکه اعمال تیمار BAP زمانی انجام گرفت که تعداد بذور ثابت شده بود بنابراین با ثابت ماندن تعداد بذور طبق رابطهٔ عملکرد با اجزاء آن هر گونه افزایش در وزن دانه عملکرد را مستقیما افزایش می‌دهد. در این تحقیق بر خلاف محققینی که همبستگی عملکرد را با وزن دانه بسیار پایین گزارش کرده‌اند (٤ و ٢)، همبستگی عملکرد با وزن دانه بسیار بالا بود (همبستگی=٠,٥٥١ و P<٠,٠١).

جداول و نمودارها

جدول١- معادله منحنی تغییرات سطح برگ پرچم و سطح زیر منحنی آن

LAD[٤١]	ضریب تبیین (R^2)	معادله منحنی	تیمار با هورمون
a٤٧٩/٩٢	٠/٩٧	$٠/٠\ ٩٠٩x^3-١/٥٨٦٨x^2+٥/٤٩١٣x+١٠/٤$	٦ قسمت در میلیون
a٥٠٠/٤٤	٠/٩٥	$٠/٠\ ٤١٩x^3-٠/٩٤٤٥x^2+٣/١٠٨٨x+١٣/٠٧٩$	٤ قسمت در میلیون
b٤١٧/٨٢	٠/٩٩	$٠/٠\ ٤٣٩x^3-٢/٠٨٠١x^2+٦/٠٣٧٩x+١٠/٩٢٩$	٢ قسمت در میلیون
b٤٠١/٩٠	٠/٩٨	$٠/١٥٧٨x^3-٢/٢٥٢٧x^2+٦/٦٨٤٧x+٩/٨٥٧١$	٠قسمت در میلیون

میانگینهای با حروف مشترک از نظر آماری در یک سطح هستند.

جدول ٢- مقایسه میانگین مربعات شاخص برداشت و عملکرد نهایی دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)	
		طول دورهٔ پر شدن دانه	عملکرد نهایی دانه
تکرار (بلوک)	٣	١٠٠/٥٢١*	١٠٤١٥٧٢٤/٣٨٩*
رقم (A)	٢	٨١/٠٢١ns	١٦٨٦٤١٢٣/١٨٨**
غلظت هورمون (B)	٣	١٢٥/٠٢١**	١٠٨٠٨٩٧٢/٣٨٩*
اثر متقابل A×B	٦	٤٨/٧٧١ns	٢١٧٩٣٧٨/٩٩٣ns

جدول٣- وزن نهایی تک دانه و سرعت پر شدن دانه در تیمارهای مختلف

تیمارها	وزن نهایی دانه (میلی‌گرم)	سرعت پر شدن دانه (میلی‌گرم در روز)
غلظت هورمون		
٠ ppm	c٣٩/٠٧٥	a١/١٧٨
٢ ppm	bc٤١/٠٥٨	a١/٢٨٦
٤ ppm	ab٤٢/٨٧٥	b١/١٠٧
٦ ppm	a٤٤/٤٠٨	b١/٠٨٧

جدول٤-وزن نهایی تک بذر، SGR و EFP در غلظت‌های مختلف کاربرد هورمون

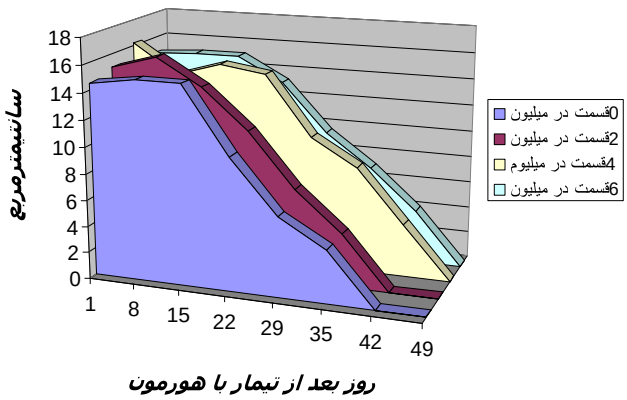
---

[٤١] LAD نشان دهندهٔ میزان سطح سبز برگ پرچم در ٤٩ روز از هورمون پاشی تا برداشت نهایی می‌باشد.

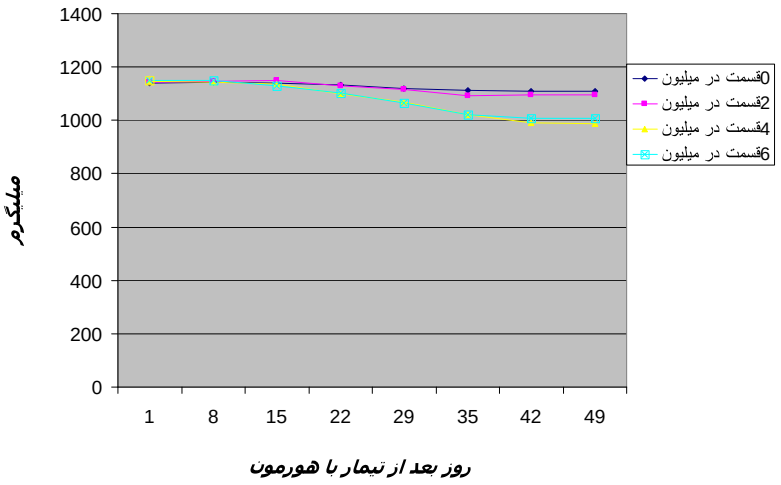
تیمار	نهایی تک بذر(gr)	(mg/day)SGR	(روز)EFP
PPM۰	۳۹,۰۷۵	۱,۱۷۸	b۳۳,۱۷
PPM۲	٤۱,۰٥۸	۱,۲۸٦	b۳۱,۹۲
PPM٤	٤۲,۸۷٥	۱,۱۰۷	a۳۸,٤۰
PPM٦	٤٤,٤۰۸	۱,۰۸۷	a٤۰,۸٥

جدول٥- مقایسه میانگین مربعات تعداد دانه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله

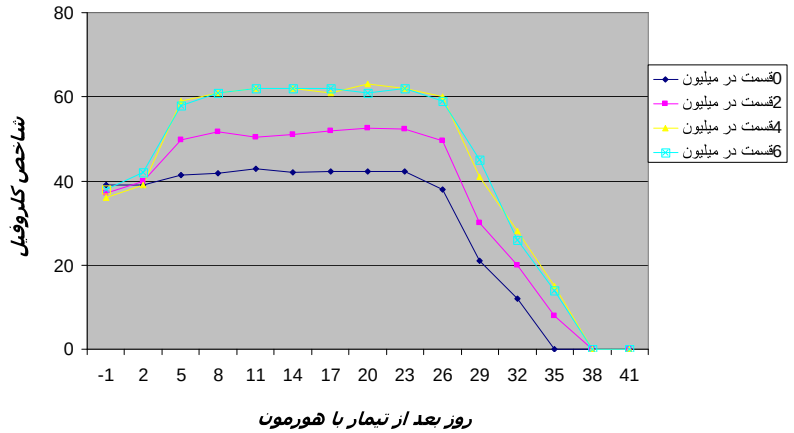
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)		
		دانه در سنبلچه	دانه در سنبله	سنبلچه در سنبله
تکرار (بلوک)	۳	۰/۱۲۱^{ns}	٤۲/۷۸۱^{ns}	۱/٥۷٦^{ns}
رقم (A)	۲	۰/۲۱٦^{ns}	۱۱۷/۷۸۳^{ns}	۲/۸۹٦^{ns}
غلظت هورمون (B)	۳	۰/۰۳۱^{ns}	٥/۱۷٥^{ns}	۱/۰۲۱^{ns}
اثر متقابل A×B	٦	۰/۱٤۸^{ns}	۳۱/۳۸۸^{ns}	۲/۸۹٦^{ns}



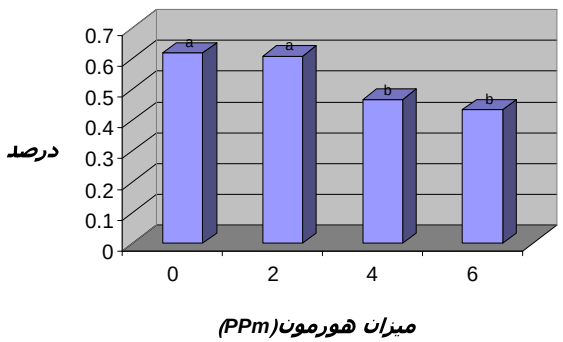
نمودار1-دوام سطح برگ پرچم در غلظتهای مختلف هورمون



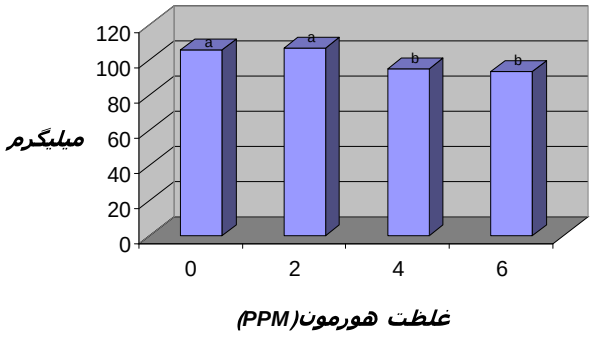
نمودار2-روند تغییرات وزن خشک ساقه و غلاف در غلظتهای مختلف هورمون



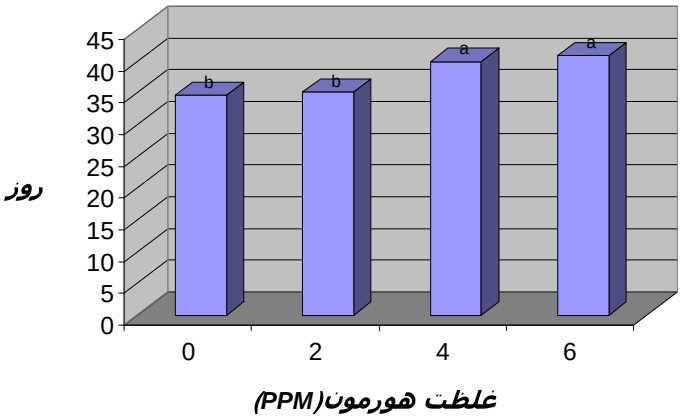
نمودار3-روند تغییرات شاخص کلروفیل در برگ پرچم در غلظتهای مختلف هورمون



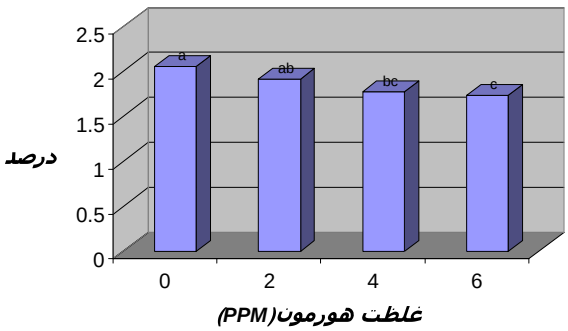
نمودار4-مقایسه درصد ازت در برگ پرچم در غلظتهای مختلف هورمون



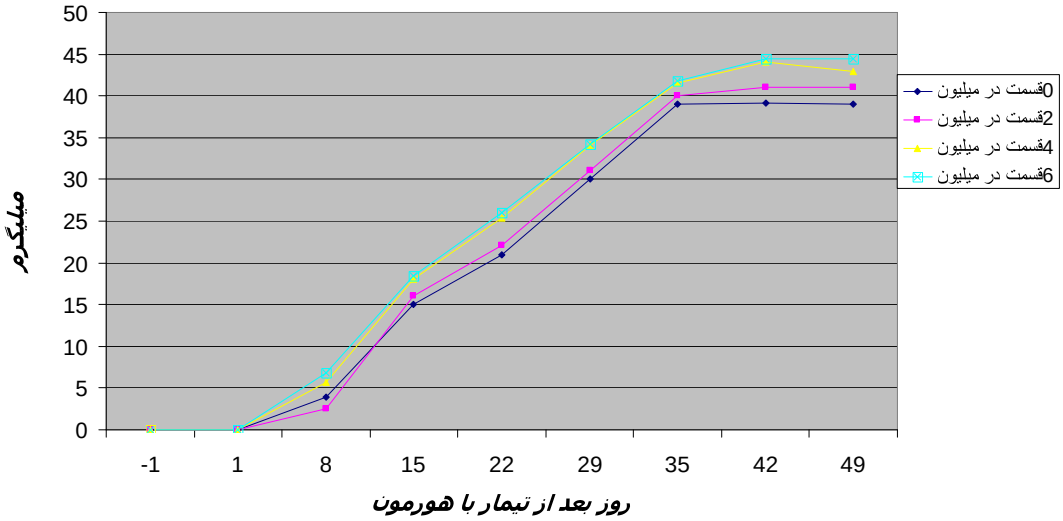
نمودار5-مقایسه وزن نهایی برگ پرچم در غلظتهای مختلف هورمون



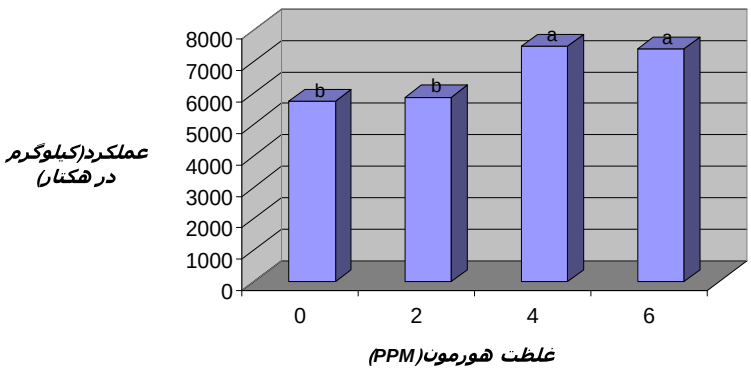
نمودار6-مقایسه طول دوره پر شدن دانه در غلظتهای مختلف هورمون



نمودار8-مقایسه درصد ازت دانه در غلظتهای مختلف هورمون



نمودار7-روند رشد دانه در غلظتهای مختلف هورمون



نمودار9-مقایسه عملکرد دانه در غلظتهای مختلف هورمون

منابع:

۱-آراسته،ن،۱۳۷۰،تکنولوژی غلات،انتشارات آستان قدس رضوی،۳۹۳صفحه۰

۲-جعفری حقیقی، ب. ۱۳۸۰. بررسی برخی خصوصیات فیزیولوژیک،مورفولوژیک وفنولوژیک پنج ژنوتیپ گندم دوروم در چهار تراکم در شرایط آب و هوائی اهواز،پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۹۷صفحه.

۳-د. ل. اسمیت و سی. همل. ۱۳۸٤. عملکرد گیاهان زراعی فیزیولوژی و فرایندها. ترجمه ی. امام و م. ثقهالاسلامی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۹۳ صفحه.

٤-دنیس.بی.الگی.۱۳۸۰. زیست شناخت بذروعملکرد محصولات دانهای۰ترجمه م۰کافی،ب۰کامگارو ع۰مهدوی دامغانی۰انتشارات دانشگاه مشهد۲۳۲۰صفحه۰

۵-رستگار،محمدعلی،۱۳۸۱،زراعت عمومی،انتشارات برهند،چاپ ششم،٤۱۱ص۰

٦-شبستری، م. م. و م. مجتهدی .۱۳٦۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی۰انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، دانشگاه تهران.

۷-ک. ام. هی. رابرت وج. و. اندرو. ۱۳۷۳. مقدمهای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه ی. امام و م. نیک نژاد.انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ صفحه.

۸-نور محمدی،ق،ع.سیادت وع.کاشانی.۱۳۸۰. زراعت جلداول غلات۰چاپ سوم۰انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز،٤٤٦صفحه.

9-Banowetz, G. M., Ammar, K. and Chen, D. D. 1999. Temperature effects on cytokinin accumulation and kernel mass in a dwarf wheat. *Annals of Botany.* 83:303-307.
10-Benkova, E. and *etal.* 1999. Cytokinin in tobacco and wheat chloroplasts. Occurrence and changes due to light/dark treatment. *Plant Physiology.* 121:245-252.
11-Blum, A. 1966. Improving wheat grain filling under strees by stem reserve utilization. Published in: In wheat; Prospects for global improvement. Braun, H. J., Altay, F., Kronstad, W. E., Beniwal, S. P. S. and McNab, A. Proc of the 5th international wheat conf. Ankara, Turkey, pp:135-142.
12-Cochrane, M. P. and Duffus, C. M. 1983. Endosperm cell number in cultivars of barley deffering in grain weight. *Annals of Applied Biology.* 102:177-181.
13-Daynard, T. B., Tanner, J. W. and Duncan, W.G. 1971. Duration of the grain filling period and its relationship to grain yield in corn, *Zea mays L. Crop Science.* 11:45-48.
14-Evans, L. T. 1993. Crop evelotion, adaption and yield. Cambridge University Press, Cambridge, 500 PP.
15-Gifford, R. M., Bremner,P. M., Jones, D. B. 1973. Assessing photosynthetic limitation to garin yield in a field crop. *Asturalian Journal of Agricultural Research.* 24:297-307.
16-Hartung, R. C., Poneleit, C. G. and Cornelius, P. L. 1989. Direct and correlated responses to selection for rate and duration of grain fill in maize. *Crop Science*. 29:740-745.
17-Hutchison, C. E. and Kirbre, J. J.2002. Cytokinin signaling in Arabidopsis. *The Plant Cell Journal.* 7:47-59.
18-Jenner, C. F. and Rathjen, A. J. 1978. Physiological basis of genetic differences in growth of grain of six wheat varieties. *Australian Journal of Plant Physiology.* 5:249-262.
19-Jenner, C. F. and Rathjen, A. J. 1978. Physiological basis of genetic difference in growth of grains of six wheat varieties. *Australian Journal of plant physiology.* 18:211-226.
20-Kumar, A. and S. S. Purohit. 2001. Plant physiology, fundamentals and applications. Second edition, Agrobios India.
21-Lew, R. and Tsuji, H. 1982. Effect of benzyladenin treatment duration on deltaaminolevulinic acid accumulation in the dark, chlorophyll lag phase abolition, and long-term chlorophyll production in excised coteledons of dark grown cucumber seedling. *Plant physiology.* 69:663-667.
22-Marcinska, I., Filek, M., Biesagakoscielniak, J., Sagi, F. and Bratok, T. 2001. Cytokinin activities in cells of wheat inflorescence in dependence of its developmental stage. *Cellular & Molecular Biology Letters.* 6:313-318.
23-Michael, G., Seilerkelbitsch, H. 1972. Cytokinin content and kernel size of barley grains as affected by environmental and genetic factors. *Crop Science.* 12:162-165.
24-Mok, D. W. and Mok, M. C. 2001. Cytokinin metabolism and action . *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 52:89-118
25-Roberts, J. A. and Holley, R. 1988. Plant growth regulations. Blackie & Sons LTD.
26-Reddy, V. M. and Daynard, T. B. 1983. Endosperm characteristics associated with rate of grain filling and kernal size in corn. *Meydica.* 28:339-355.
27-Taiz, L. and E. Zeiger. 1991. Plant physiology. The Benjamin/Cumming Company, Inc. 556P.
28-Yang, J., Zhang, J., Huang, Z., Wang, Z., Zhu, Q. and Liu, L. 2002. Correlation of cytokinin levels in the endosperms and roots with cell number and cell division activity during endosperm development in rice. *Annals of Botany.* 90:369-377.
29-Wheeler, A. W. 1992. Changes in growth substance content during growth of wheat. *Annals of Applied Biology.* 72:327-334.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.