



مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی  
جلد سوم، شماره دوم، تابستان ۸۹  
۱-۱۴  
ejcp.gau@gmail.com



## تأثیر مدیریت تغذیه نیتروژن و تنش خشکی بر ذخایر کربوهیدرات و نیتروژن بذر و قدرت گیاهچه حاصل از آن در جو (*Hordeum Vulgare L.*)

\*مهدی برادران فیروزآبادی<sup>۱</sup>، جواد حمزه‌ئی<sup>۲</sup> و عزت‌اله اسفندیاری<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، <sup>۲</sup>استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان  
<sup>۳</sup>استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

### چکیده

میزان ذخایر بذر علاوه بر کنترل ژنتیکی، وابستگی زیادی به شرایط محیطی از قبیل تغذیه، دما، تنش کم آبی و شدت نور دارد. بالا بودن میزان ذخایر موجب تولید گیاهچه‌های قوی تر خواهد شد. به منظور بررسی این موضوع، آزمایشی در سه بخش گلدانی، مزرعه‌ای (در دانشگاه تبریز) و آزمایشگاهی (در دانشگاه صنعتی شاهرود) اجرا شد. دو رقم جو به نام‌های والفجر و ریحان تحت تأثیر سطوح نیتروژن و تنش خشکی در قالب طرح آزمایشی فاکتوریل اسپلیت پلات با پایه بلوک‌های کامل تصادفی مورد آزمایش قرار گرفتند. سه سطح ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مقارن با ساقه‌دهی و سطوح آبیاری مناسب، تنش ملایم و تنش شدید (به ترتیب ۸۵-۸۰، ۶۵-۵۵ و ۴۵-۳۵ درصد ظرفیت زراعی خاک) ۱۰ روز پس از گلدهی اعمال شدند. بذور حاصل از ترکیبات مختلف تیماری از لحاظ ذخایر موجود در بذر شامل قندمحلول، نشاسته و نیتروژن و نیز قدرت گیاهچه حاصل از بذره‌های دارای ذخایر متفاوت، مورد ارزیابی قرار گرفتند. تغذیه بیشتر با کود نیتروژن موجب بهبود ذخایر دانه گردید. تنش خشکی در بسیاری از موارد موجب تجمع بیشتر کربوهیدرات‌های غیرساختاری و نیتروژن در دانه و نیز افزایش وزن دانه گردید که به طور مشخص در سطح تنش ملایم چشمگیرتر بوده و با تشدید تنش کاهش یافت. تنش خشکی موجب افزایش میزان پروتئین دانه بین ۱/۳ تا ۳/۳ درصد شد. گیاهانی که در ترکیب تیماری نیتروژن مناسب و تنش ملایم قرار داشتند، بذوری تولید کردند که دارای سطح ذخایر مناسب بوده، سریع‌تر جوانه‌زده و گیاهچه‌هایی با طول

\* - مسئول مکاتبه m.baradaran.f@gmail.com

## مهدی برادران فیروزآبادی و همکاران

کلئوپتیل، طول ریشه چه و وزن ساقچه بیشتر تولید کردند. در دو سطح نیتروژن مناسب و زیاد بذوری که ذخایر بیشتری داشتند به طور معنی داری دارای EC کمتری بودند. اگرچه بذور رقم ریحان با سرعت بیشتری جوانه زدند ولی تجمع ذخایر در بذور رقم والفجر بیشتر بوده و گیاهچه‌های قوی‌تر تولید نمودند.

**واژه‌های کلیدی:** تنش خشکی، جو، ذخایر دانه، کود نیتروژن و قدرت گیاهچه

### مقدمه

جوانه‌زدن و ظهور گیاهچه نیازمند انرژی فراوان است که از طریق آزادسازی انرژی موجود در پیوندهای شیمیایی مواد ذخیره‌ای بذر شامل کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها طی فرآیند تنفس تأمین می‌گردد (کوچکی و سرمدنیا، ۲۰۰۰). لذا بالا بودن میزان این ذخایر موجب جوانه‌زنی سریع و یکنواخت بذر و تولید گیاهچه‌های قوی‌تر شده (لوپز و همکاران، ۱۹۹۵) و از طریق افزایش سطح برگ، ارتفاع گیاه و کارایی فتوسنتز موجب بالا رفتن عملکرد خواهد شد (کوچکی و سرمدنیا، ۲۰۰۰). در غلات قدرت گیاهچه تحت تأثیر اندازه، محتوای پروتئین و رقم بذر قرار دارد. کربوهیدرات‌ها به‌عنوان ترکیب ذخیره‌ای اصلی تعیین‌کننده اندازه آندوسپرم (بذر) غلات می‌باشند (زسویک و همکاران، ۲۰۰۶). عوامل متعددی تعیین‌کننده اختصاص مواد به دانه می‌باشند به طوری که علاوه بر کنترل ژنتیکی (ون سانفورد و مک کاون، ۱۹۸۷ و لوپز و همکاران ۱۹۹۶)، وابستگی زیادی به شرایط محیطی از قبیل تغذیه، دما، تنش کم آبی و شدت نور دارد (اسپیرتز، ۱۹۷۷).

مواد پرورده‌ای که در دانه غلات دانه‌ریز ذخیره می‌شوند از دو منبع عمده فتوسنتز جاری برگ‌ها و اندام‌های سبزینه‌ای غیر برگ (از قبیل ساقه، غلاف و سنبله) و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده در اندام‌های رویشی گیاه سرچشمه می‌گیرند (بلوم، ۱۹۸۹ و تورنلی، ۱۹۷۹). استفاده از ذخایر موجود در اندام رویشی وقتی مطرح می‌شود که فتوسنتز جاری به هر دلیلی مانند از بین رفتن بخشی از سطوح فتوسنتزکننده، پیری یا مواجهه با انواع تنش‌ها از جمله تنش خشکی کاهش یابد و در نتیجه فرآورده‌های فتوسنتز جاری جوابگوی نیاز رو به افزایش دانه‌های در حال رشد نباشد (بلوم، ۲۰۰۴، بانت و اینکول، ۱۹۹۲ الف و جان و همکاران، ۲۰۰۰). از طرفی دوام بیش از حد سطح برگ موجب عدم استفاده بهینه از ذخایر برگ و ساقه در حمایت از پرشدن دانه خواهد شد (پائول و استیت،

مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی جلد (۳) شماره ۲

(۱۹۹۳). اگر چه گزارش‌هایی در مورد تأثیر منفی تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه بر قدرت بذور حاصل از این شرایط وجود دارد (ویبرا و همکاران، ۱۹۹۲؛ فوگروکس و همکاران، ۱۹۹۷ و سالین و ستکات، ۲۰۰۰)، ولی قاسمی گلعدانی و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که کمبود آب بر بنیه بذور ذرت و سورگوم تأثیر معنی‌داری ندارد. در همین راستا یانگ و همکاران (۲۰۰۰) و پالتا و همکاران (۱۹۹۴) از خشکی خاک در مرحله پر شدن دانه به‌عنوان عاملی سودمند یاد کرده‌اند که از طریق تحریک پیری زود هنگام گیاه، پر شدن سریع و در نتیجه افزایش ذخایر دانه به ویژه نیتروژن را سبب می‌شود. بدیهی است بذوری که از مزارع مختلف به‌دست می‌آید دارای ذخایر متفاوت بوده و در نتیجه بر قدرت گیاهچه حاصل از آن تأثیر خواهد داشت. شاید بتوان با استفاده ابزاری و کنترل شده از شرایط محیطی مانند تنش کم آبی کنترل شده در مرحله‌ای مشخص از رشد گیاه یا تغییر در رژیم تغذیه‌ای گیاه، نوع و مقدار ذخایر بذر را به سمتی سوق داد که اثر مثبت بر قدرت گیاهچه حاصل از آن داشته باشد و این امر مستلزم شناخت بیشتر در مورد اثر نوع و مقدار ذخایر بذر بر رشد گیاهچه می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

آزمایش در سه بخش گلدانی، مزرعه‌ای (در دانشگاه تبریز) و آزمایشگاهی (در دانشگاه صنعتی شاهرود) اجرا شد. در هر دو آزمایش گلدانی و مزرعه‌ای بذور دو رقم جو والفجر و ریحان (به‌ترتیب بهاره- پاییزه و بهاره) پس از بهاره سازی (یکماه در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد) کاشته شده و در مرحله سه برگی تراکم ۴۵۰ بوته در متر مربع اعمال گردید. هر دو آزمایش در قالب یک طرح آزمایشی فاکتوریل - اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار سازماندهی شدند. دو فاکتور نیتروژن و تنش خشکی به عنوان عوامل اصلی و رقم به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد.

مقارن با ساقه‌دهی (به‌ترتیب ۲۲ و ۲۷ روز پس از کاشت برای ریحان و والفجر در آزمایش گلدانی و ۳۰ و ۳۶ روز پس از کاشت برای این دو رقم در آزمایش مزرعه‌ای) سه سطح کود نیتروژن معادل ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌صورت اوره به‌ترتیب به‌عنوان تیمارهای نیتروژن کم (LN)، مناسب (NN) و زیاد (HN) اعمال گردید.

ارقام ریحان و والفجر در آزمایش گلدانی به‌ترتیب ۴۱ و ۴۷ روز پس از کاشت و در آزمایش مزرعه‌ای ۵۵ و ۶۲ روز پس از کاشت وارد مرحله گلدهی شدند. ۱۰ روز پس از گلدهی و در اوایل دانه بندی سه سطح آبیاری کامل (WW)، تنش ملایم (MD) و تنش شدید (SD) به‌ترتیب معادل ۸۰

تا ۸۵ درصد، ۵۵ تا ۶۵ درصد و ۳۵ تا ۴۵ درصد ظرفیت زراعی خاک مورد استفاده به‌عنوان تیمارهای آبی اعمال شدند. کنترل آب گلدان‌ها تا زمان رسیدگی ضمن در نظر گرفتن اضافه وزن ناشی از رشد بوته‌ها به‌روش وزنی و کنترل رطوبت خاک مزرعه با استفاده از نمونه‌گیری پیوسته از عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری خاک صورت پذیرفت.

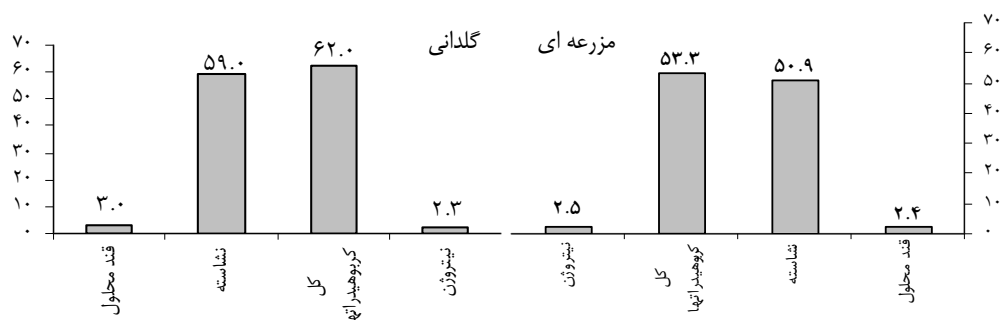
پس از برداشت محصول وزن خشک دانه و مقدار کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی دانه شامل قند محلول و نشاسته و نیز میزان نیتروژن و پروتئین دانه در تیمارهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌منظور استخراج کربوهیدرات‌های غیرساختاری از روش یانگ و همکاران (۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) و جهت تعیین قند محلول و نشاسته از روش فنل اسیدسولفوریک (بانت و اینکول، ۱۹۹۲ ب و هلوبوست و کریجی، ۱۹۷۸) استفاده گردید. سنجش میزان نیتروژن به‌روش کجلدال و با استفاده از اجاق هضم‌کننده 2040 Digester از شرکت Foss tecator و دستگاه تمام خودکار Kejeltec Analysis Unit 2300 انجام شد. برای تعیین پروتئین دانه از رابطه زیر استفاده گردید. ضریب تبدیل پروتئین برای جو ۵/۸۲ می‌باشد (پروانه، ۲۰۰۵).

ضریب تبدیل پروتئین × درصد نیتروژن = درصد پروتئین دانه

پس از اینکه میزان ذخایر کربوهیدراته و نیتروژنه موجود در بذور به‌دست آمده از تیمارهای مختلف تعیین گردید، فقط بذور حاصل از یکی از تکرارهای آزمایش مزرعه‌ای از لحاظ قدرت گیاهچه تولید شده مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای این منظور ۲۵ عدد بذر در سه تکرار در کاغذهای واتمن مخصوص جوانه‌زنی قرار گرفته و در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی به‌مدت ۶ روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور نگهداری شدند. پس از آن طول کلئوپتیل، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن ساقه‌چه و وزن ریشه‌چه اندازه‌گیری شد. میزان تخلیه بذر بر اساس تفاضل وزن بذر در ابتدا و انتهای آزمایش محاسبه گردید. علاوه بر این با توجه به وجود ارتباط بین هدایت‌الکتریکی و بنیه بذر، EC مربوط به دانه‌ها مطابق استانداردهای ایستا (همپتون و تکرونی، ۱۹۹۵) با استفاده از ۵۰ عدد بذر در سه تکرار در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. برای انجام مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) استفاده شد.

## نتایج و بحث

بر اساس میانگین نتایج حاصل از ارقام والفجر و ریحان، مقدار قند محلول، نشاسته، کربوهیدرات‌های غیرساختمانی و نیتروژن تشکیل‌دهنده ماده خشک دانه در زمان رسیدگی به ترتیب ۳، ۵۹، ۶۲ و ۲/۳ درصد در آزمایش گلدانی و ۲/۴، ۵۰/۹، ۵۳/۳ و ۲/۵ درصد از ماده خشک سنبله در مزرعه به‌دست آمد (شکل ۱). گزارش شده است که دانه جو به‌طور متوسط حاوی ۵۰ تا ۶۸ درصد نشاسته، ۳ درصد قندهای ساده و ۱/۷ درصد نیتروژن است که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد. علاوه بر این در دانه جو به‌طور متوسط ۱/۴ درصد لیپید خام، ۴/۴۵ درصد مواد معدنی و ۳۸/۶۵ درصد سلولز نیز موجود می‌باشد (نورمحمدی و همکاران، ۱۹۹۷).



شکل ۱- مقایسه درصد قند محلول، نشاسته، کربوهیدرات غیرساختاری و نیتروژن موجود در ماده خشک سنبله (میانگین ارقام والفجر و ریحان) در زمان رسیدگی، در آزمایش‌های گلدانی و مزرعه‌ای.

تغذیه بیشتر با نیتروژن در آغاز مرحله ساقه رفتن و اعمال تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه میزان کربوهیدرات‌ها، نیتروژن و پروتئین دانه را در هر دو آزمایش گلدانی و مزرعه‌ای بهبود بخشید (جدول ۲). تیمار HN در مقایسه با LN به‌طور متوسط در دو رقم والفجر و ریحان مقدار ماده خشک، قند محلول، نشاسته، کربوهیدرات‌های غیرساختاری و نیتروژن دانه را در زمان رسیدگی به ترتیب ۱۴/۷، ۳۶/۳، ۲۸/۴، ۲۸/۸ و ۳۲/۵ درصد در آزمایش گلدانی و ۱۲/۶، ۷۴/۷، ۲۳/۱، ۲۵ و ۸/۳ درصد در مزرعه افزایش داد.

اعمال تنش خشکی کنترل شده در مرحله پرشدن دانه نیز تأثیر معنی‌داری بر ذخایر دانه داشت (جدول ۱)، به‌طوری که در شدیدترین سطح تنش مقدار قند محلول، نشاسته و نیتروژن دانه به‌طور

متوسط به میزان ۱۷۱/۶، ۱۷/۰ و ۷/۳ درصد در آزمایش گلدانی و ۳۲/۸، ۲۰ و ۱۷/۹ درصد در شرایط مزرعه‌ای بیشتر از تیمار آبیاری کامل بود. شایان ذکر است که مقدار این ترکیبات در آزمایش مزرعه‌ای در بالاترین سطح نیتروژن ابتدا از تیمار WW به MD افزایش و سپس با شدیدتر شدن تنش در SD کاهش یافت. لذا به‌عنوان مثال در مزرعه تیمار MD در مقایسه با WW در سطح نیتروژن HN مقدار قند محلول، نشاسته و نیتروژن دانه را به‌طور متوسط به میزان ۲۰، ۱۶/۵ و ۱۰/۳ درصد افزایش داد که بیشتر از متوسط افزایش مشاهده شده در تیمار SD در این سطح از نیتروژن مصرفی می‌باشد (جدول ۲).

گاهی بر اثر برخی از تنش‌های محیطی پدیده‌ای موسوم به آناتونوز<sup>۱</sup> که شامل تخریب مولکول‌های درشت‌تر مانند نشاسته و تبدیل آنها به مولکول‌های کوچکتر مانند گلوکز و فروکتوز است، اتفاق می‌افتد (قربانلی، ۱۹۸۷). افزایش ۱۷۲ درصدی مشاهده شده در مقادیر قند محلول دانه در اثر تنش خشکی در آزمایش گلدانی این تحقیق نیز ممکن است به همین دلیل اتفاق افتاده باشد.

یانگ و همکاران (۲۰۰۰) طی آزمایشی روی گندم با استفاده از رادیو کربن ( $^{14}\text{C}$ ) دریافتند که شدیدترین سطح تنش (SD) در مقایسه با آبیاری کامل (WW) موجب کاهش مقدار کربن موجود در برگ به میزان ۶/۵ و ۱۱/۷ درصد و کاهش کربن در غلاف و ساقه به میزان ۲۲/۷ و ۳۲/۵ درصد به ترتیب در گیاهان قرار گرفته در معرض نیتروژن مناسب (NN) و نیتروژن زیاد (HN) گردید. در مقابل میزان  $^{14}\text{C}$  موجود در دانه‌ها در این شرایط به ترتیب ۲۹ و ۴۴/۵ درصد افزایش نشان داد. این نتایج از یک طرف بیانگر تأثیر مثبت تنش خشکی در افزایش انتقال مجدد کربن از بخش رویشی و غنی‌تر شدن دانه‌ها از کربوهیدرات‌های انتقال یافته و نیز چشمگیر بودن این افزایش در نتیجه مصرف بیشتر کود نیتروژن بود. به گزارش پالتا و همکاران (۱۹۹۴) نیز وقوع سریع تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه گندم افزایش ۱۷ درصدی اختصاص  $^{15}\text{N}$  به دانه را سبب می‌شود.

تنش خشکی درصد پروتئین دانه را به‌طور متوسط ۱/۳ درصد در آزمایش گلدانی و ۱/۷ تا ۳/۳ درصد در شرایط مزرعه‌ای بهبود بخشید. در گیاهانی که نیتروژن بیشتری دریافت کرده بودند، تشدید تنش خشکی در محدوده این آزمایش تأثیر بیشتری در افزایش پروتئین دانه داشت. به‌طوری‌که در سه سطح LN، NN و HN، افزایش شدت تنش میزان پروتئین دانه را به ترتیب ۱/۷، ۳/۳ و ۲/۷ درصد

1- Anatonose

جدول ۱- میانگین مربعات مواد موجود در سنبله در زمان گلدهی و رسیدگی در ارقام جو مورد مطالعه تحت تأثیر سه سطح نیتروژن و تنش خشکی.

منبع تغییر	df	ماده خشک	قند محلول	نشاسته	کل کربوهیدرات	نیتروژن	پروتئین
آزمایش گلدانی							
تکرار	۲	۳۶۶۳۴/۶	۱۳۰۴/۲**	۹۴۷۳۰/۲**	۸۴۴۵۷/۸*	۶۶/۹*	۲/۹**
تنش (S)	۲	۱۱۱۶۳/۵	۶۸۰۵/۰**	۷۹۷۳۳/۰*	۱۳۲۷۱۵/۸**	۲۴/۸	۸/۹**
نیتروژن (N)	۲	۱۷۳۲۲۲/۰**	۷۶۸/۶**	۱۹۷۵۸۴/۲**	۲۲۲۹۹۲/۴**	۳۷۴/۳**	۱۶/۷**
S*N	۴	۱۴۳۶۷/۰	۱۲/۶	۹۳۴۴/۰	۹۴۹۱/۵	۲/۷	۰/۵۶*
خطای اصلی	۱۶	۲۶۳۵۶/۶	۵۸/۹	۱۳۶۷۱/۳	۱۵۳۴۷/۳	۱۲/۷	۰/۱۹
رقم (V)	۱	۷۶۱۷/۰	۱۷۱/۵**	۱۱۴۱/۶	۲۱۹۷/۵	۲۹۷/۷**	۳۷/۳**
S*V	۲	۲۴۵۵۱/۹	۴۴/۱	۵۳۷۸/۶	۵۳۱۶/۱	۸/۲	۰/۲۳*
N*V	۲	۴۵۲۹۱/۴*	۱۵/۴	۱۳۵۴۰/۷	۱۴۴۲۴/۲	۶۲/۶**	۱/۴**
S*N*V	۴	۱۳۰۳۷/۷	۵۱/۱*	۷۰۴۹/۳	۶۴۲۷/۳	۵/۶	۰/۱۷*
خطای فرعی	۱۸	۷۹۳۷/۴	۱۶/۲	۵۵۵۴/۴	۵۷۴۹/۸	۴/۳	۰/۰۴
CV (%)		۶/۲۷	۹/۵	۸/۸۶	۸/۵۸	۶/۴	۱/۵۳
آزمایش مزرعه‌ای							
تکرار	۲	۱۰۰۹۲۸۳**	۳۱۷/۳**	۱۰۳۲۷۸/۱**	۹۸۴۷۰/۰**	۱۲۳/۱**	۳/۱*
تنش (S)	۲	۵۲۳۲۷/۵**	۴۱۵/۸**	۱۷۲۰۶۲/۹**	۱۸۹۳۳۶/۶**	۱۶۹/۹**	۲۸/۶**
نیتروژن (N)	۲	۱۳۳۲۳۱/۴**	۱۸۷۹/۳**	۱۱۹۵۷۴/۳**	۱۵۱۴۳۹/۲**	۲۰۹/۸**	۶/۶**
S*N	۴	۳۱۰۸۶/۸**	۴۰/۱**	۱۲۵۵۱/۳**	۱۳۸۹۲/۰**	۲۵/۶**	۰/۷۸
خطای اصلی	۱۶	۴۱۳۲/۳	۷/۴	۱۷۱۹/۶	۱۶۶۶/۱	۴/۶	۰/۵۶
رقم (V)	۱	۴۲۲۱۸۴۲/۶**	۲۸۷۸/۴**	۱۲۵۹۴۸۷/۹**	۱۳۸۲۷۸۴/۰**	۱۳۳۵/۳**	۳۳/۲**
S*V	۲	۶۷۴۱۷/۵**	۴۴/۰	۲۶۴۱۸/۴	۲۸۵۹۷/۴	۴۰/۴**	۰/۴۳
N*V	۲	۵۶۴۰۸/۹**	۵۴۵/۶**	۳۳۴۶۶/۴*	۴۲۵۳۴/۸*	۲۷/۱**	۰/۳۷
S*N*V	۴	۳۳۳۵۲/۵*	۲۳/۳	۸۰۶۳/۸	۸۸۱۷/۸	۱۴/۵	۰/۲۲
خطای فرعی	۱۸	۹۱۰۶/۱	۲۰/۴	۹۰۰۴/۰	۸۹۹۸/۰	۴/۴	۰/۳۳
CV (%)		۶/۲۱	۱۲/۱۰	۱۲/۰۸	۱۱/۵۳	۵/۵	۳/۹۴

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

افزایش داد. بنابراین بیشترین مقدار پروتئین دانه با متوسط ۱۶/۸ و ۱۶/۵ درصد در آزمایش مزرعه‌ای به‌ترتیب در ترکیبات تیماری NN SD و HN SD مشاهده گردید (جدول ۲). در هر دو آزمایش دانه‌های رقم ریحان پروتئین بیشتری در مقایسه با والفجر داشتند (جدول ۲). بر اساس گزارش‌های موجود، پروتئین دانه جو بسته به رقم و شرایط محیطی بین ۷ تا ۱۸ درصد متغیر است (نورمحمدی و همکاران، ۱۹۹۷).

در آزمایش مزرعه‌ای تجمع ماده خشک، قند محلول، نشاسته و نیتروژن در سنبله رقم والفجر بیشتر بود. در حالی که در آزمایش گلدانی فقط نیتروژن سنبله رقم ریحان به‌طور معنی‌دار و ماده خشک آن به‌طور جزئی بیشتر از والفجر بود و مقادیر بالاتر کربوهیدرات‌ها باز هم در والفجر دیده شد (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به‌دست آمده از آزمون رشد گیاهچه که در آزمایشگاه روی بذور حاصل از تیمارهای مختلف در آزمایش مزرعه‌ای انجام شد، به‌ترتیب در جدول‌های ۳ و ۴ آورده شده است. در سطح LN، سرعت جوانه‌زنی بذوری که از شرایط تنش به دست آمدند بیشتر از بذوری بود که در شرایط آبیاری کامل تولید شده بودند. جوانه‌زنی در سطح NN و تنش ملایم با سرعت بیشتری انجام شد که با افزایش شدت تنش کاهش نشان داد. در سطح HN روند معکوسی مشاهده گردید، یعنی با افزایش شدت تنش جوانه‌زنی کندتر انجام شد.

در جدول ۲ نیز ملاحظه می‌گردد که روند تجمع ذخایر دانه اعم از قند محلول، نشاسته و نیتروژن در تیمار HN نسبت به LN و NN متفاوت بود.

میزان تخلیه ذخایر بذوری که از تیمار تنش ملایم (MD) در دو سطح نیتروژن LN و NN حاصل شده بودند به‌ترتیب ۱۶/۱ و ۳/۲ درصد بیشتر از بذور حاصل از تیمار آبیاری کامل (WW) بود. بالا بودن سرعت جوانه‌زنی و افزایش تخلیه بذر در این تیمار (MD) منجر به تولید گیاهچه‌هایی قوی‌تر دارای طول کلئوپتیل، طول ساقه‌چه، وزن ساقه‌چه و وزن ریشه‌چه بیشتر گردید. البته افزایش‌های مشاهده شده فقط در برخی موارد به‌ویژه در سطح LN از لحاظ آماری معنی‌دار بودند. میزان تخلیه بذر در بذور حاصل از شدیدترین سطح تنش دچار افت شد که همین امر موجب تولید گیاهچه‌های ضعیف‌تر نسبت به تیمار MD گردید. در سطح HN روندی کاملاً متفاوت مشاهده شد. در این سطح با افزایش شدت تنش علیرغم کاهش جزئی در میزان تخلیه بذر، گیاهچه‌هایی با طول



کلئوپتیل، طول ساقه چه و ریشه چه بیشتر تولید شدند. البته کلیه این تغییرات از لحاظ آماری غیرمعنی دار بود.

جدول ۲- مقایسه میانگین ماده خشک، قندمحلول، نشاسته، کربوهیدرات غیر ساختاری، نیتروژن و پروتئین موجود در سنبله ارقام والفجر و ریحان در زمان رسیدگی، بین سطوح نیتروژن کم (LN)، مناسب (NN) و زیاد (HN) و سه سطح آبیاری کامل (WW)، تنش ملایم (MD) و تنش شدید (SD).

تیمار	ماده خشک	قند محلول	نشاسته	کربوهیدرات غیر ساختاری	نیتروژن	درصد پروتئین
آزمایش گلدانی	(میلی گرم در یک سنبله)					
LN	۱۳۱۵/۱۳	۳۵/۶۷	۷۲۸/۳۰	۷۶۳/۹۷	۲۸/۰۷	۱۲/۴۴
NN	۱۴۳۸/۷۷	۴۳/۵۹	۸۵۹/۳۵	۹۰۲/۹۴	۳۲/۵۳	۱۳/۱۶
HN	۱۵۰۸/۸۸	۴۸/۶۳	۹۳۵/۴۳	۹۸۴/۰۶	۳۷/۱۹	۱۴/۳۵
WW	۱۴۲۶/۰۲	۲۲/۶۴	۷۶۸/۶۱	۷۹۱/۲۵	۳۱/۵۹	۱۲/۸۲
MD	۱۴۴۲/۸۹	۴۳/۷۷	۸۵۴/۹۶	۸۹۸/۷۳	۳۲/۳۲	۱۳/۰۰
SD	۱۳۹۳/۸۷	۶۱/۴۸	۸۹۹/۵۱	۹۶۰/۹۹	۳۳/۸۹	۱۴/۱۲
LSD 5%	۱۱۴/۷۲۰	۵/۴۲۰	۸۲/۶۲۳	۸۷/۵۴۱	۲/۵۱۵	۰/۳۰۴
والفجر	۱۴۰۹/۰۵	۴۴/۴۱	۸۴۵/۶۲	۸۹۰/۰۴	۳۰/۲۵	۱۲/۴۸
ریحان	۱۴۳۲/۸۰	۴۰/۸۵	۸۳۶/۴۳	۸۷۷/۲۸	۳۴/۹۵	۱۴/۱۴
LSD 5%	۵۰/۹۴۳	۲/۳۰۴	۴۲/۶۱۵	۴۳/۳۵۸	۱/۱۸۷	۰/۱۱۶
آزمایش مزرعه ای						
WW LN	۱۴۰۴/۸۳	۲۱/۱۵	۵۷۴/۵۵	۵۹۵/۷۰	۳۱/۰۲	۱۳/۰۲
MD LN	۱۵۲۰/۴۳	۲۸/۳۳	۷۴۰/۹۴	۷۶۹/۲۷	۳۵/۶۷	۱۳/۶۷
SD LN	۱۴۵۱/۳۷	۳۲/۴۸	۸۰۰/۵۰	۸۳۲/۹۹	۳۶/۴۶	۱۴/۷۵
WW NN	۱۴۶۶/۳۱	۳۰/۷۶	۶۵۳/۷۱	۶۸۴/۴۷	۳۳/۵۵	۱۳/۵۱
MD NN	۱۵۵۰/۷۵	۳۸/۱۹	۸۰۰/۵۶	۸۳۸/۷۵	۳۷/۵۷	۱۴/۱۹
SD NN	۱۵۵۰/۰۳	۴۱/۶۱	۸۹۴/۰۹	۹۳۵/۷۱	۴۳/۳۰	۱۶/۷۷
WW HN	۱۶۶۱/۲۸	۴۳/۴۵	۷۹۵/۳۹	۸۳۸/۸۴	۳۸/۹۵	۱۳/۷۷
MD HN	۱۷۲۵/۱۵	۵۲/۱۶	۹۲۶/۵۹	۹۷۸/۷۶	۴۲/۹۶	۱۴/۶۵
SD HN	۱۵۰۰/۹۳	۴۷/۶۱	۸۸۲/۸۵	۹۳۰/۴۶	۴۱/۶۸	۱۶/۴۸
LSD 5%	۱۱۱/۲۷۲	۴/۷۰۹	۷۱/۷۸۰	۷۰/۶۵۵	۳/۷۱۳	۱/۲۹۵
والفجر	۱۸۱۶/۴۰	۴۴/۶۱	۹۳۸/۱۹	۹۸۲/۷۹	۴۲/۸۸	۱۳/۷۱
ریحان	۱۲۵۷/۱۸	۳۰/۰۱	۶۳۲/۷۴	۶۶۲/۷۵	۳۲/۹۳	۱۵/۲۸
LSD 5%	۵۴/۵۶۴	۲/۵۸۲	۵۴/۲۵۸	۵۴/۲۴۰	۱/۱۹۹	۰/۳۲۶

در دو سطح NN و HN بذوری که ذخایر بیشتری داشتند، به طور معنی داری دارای EC کمتری بودند. این نتیجه در مقایسه اثرات اصلی نیز به وضوح قابل مشاهده است به طوری که بذور حاصل از تیمارهای HN و SD که دارای ذخایر بیشتری نسبت به LN و WW بودند، EC کمتری نشان دادند که در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نیز بود. بذور رقم ریحان با سرعت بیشتری جوانه زدند ولی بذور رقم والفجر به میزان بیشتری از ذخایر بذر بهره برده و گیاهچه‌های قوی‌تر تولید نمودند (جدول ۴). در مجموع گیاهانی که در ترکیب تیماری NN MD قرار داشتند بذوری تولید کردند که سریع‌تر جوانه زده و گیاهچه‌هایی با طول کلئوپتیل، طول ریشه چه و وزن ساقه چه بیشتر تولید کردند و به طور کلی شرایط مطلوب‌تری داشتند. دلیل آن وجود سطح ذخیره‌ای مناسب در این بذور و دسترسی کامل گیاهچه به این ذخایر در مرحله هتروتروفی می‌باشد. به عقیده ریتزک و ریچارد (۱۹۹۹) نیز وجود ذخایر بیشتر در بذر موجب افزایش قدرت آن می‌گردد.

جدول ۳- میانگین مربعات آزمون قدرت گیاهچه در بذور حاصل از ارقام جو مورد مطالعه تحت تأثیر سه سطح نیتروژن و تنش خشکی.

منبع تغییر	df	EC	سرعت جوانه‌زنی	طول کلئوپتیل	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن ساقه‌چه	وزن ریشه‌چه	میزان تخلیه‌بذر
تنش (S)	۲	۵۵۷/۳۵ **	۰/۰۰۳**	۰/۴۶	۳/۶۲*	۱۲/۶۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲
نیتروژن (N)	۲	۱۸۹۵/۵۷ **	۰/۰۰۲**	۰/۶۶*	۰/۷۲	۱/۶۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱
رقم (V)	۱	۱۳۹۰/۳۰ **	۰/۰۰۴**	۳۶/۵۷**	۱۱۱/۵۱**	۲۹/۶۶*	۰/۰۱۱**	۰/۰۰۲**	۰/۰۴۲**
S*N	۴	۱۱۴۷/۱۰ **	۰/۰۰۲**	۰/۱۵	۸/۱۷**	۱۲/۴۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۴**	۰/۰۰۲
N*V	۲	۳۸/۰۲	۰/۰۰۱**	۰/۳۱	۰/۹۳	۵/۳۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۵*	۰/۰۰۲
S*V	۲	۷۷۱/۲۴ **	۰/۰۰۰۳	۰/۰۱	۰/۰۹	۱۱/۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲
S*N*V	۴	۶۹۱/۵۵ **	۰/۰۰۳**	۰/۲۷	۸/۹۳	۶/۵۱	۰/۰۰۰۸*	۰/۰۰۰۳*	۰/۰۰۵**
خطا	۳۶	۳۹/۴۶	۰/۰۰۰۱	۰/۱۴	۳۳/۴۸	۶/۴۴	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱
CV (%)		۳/۲۰	۳/۰۷	۶/۷۷	۱۱/۹۲	۲۰/۸۷	۱۲/۶۳	۱۰/۶۳	۹/۳۹

\* و \*\* به ترتیب به مفهوم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.



منابع

- Beck, E. and Ziegler, P. 1989. Biosynthesis and degradation of starch in higher plants, *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mole. Biol.* 40: 95-117.
- Blum, A., 1989. Breeding methods for drought resistance, In: H.T.J. Flowers and M.B. Jones (eds.), *Plants under stress*, Cambridge Univ Press, pp. 197-215.
- Blum, A. 2004. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve utilization, In: H.J. Bran, F. Altay, W.E. Kronstad, S.P.S. Beniwal and A. McNab (eds.), *wheat: prospects for Global Improvement*, proc of the 5<sup>th</sup> Intenat. Wheat conf., 1966, Ankara, Turkey, kluwer Academic publishers, pp. 135-142.
- Bonnett, G.D. and Incoll, L.D. 1992 a. Effects on the stem of winter barley of manipulating the source and sink during grain- filling 1. Changes in accumulation and loss of mass from internodes, *J. Exp. Bot.*, 44:75-82.
- Bonnett, G.D. and Incoll, L.D. 1992 b. Effects on the stem of winter barley of manipulating the source and sink during grain- filling, 2. Changes in the composition of water- soluble carbohydrates of internodes, *J. Exp. Bot.*, 44:83-91.
- Fougereux, J., Dore, A., Ladonne, T., and Fleury, A. 1997. Water stress during reproductive stages affects seed quality and yield of pea (*Pisum sativum* L.). *Crop Sci.* 37: 1247-1252.
- Gallagher, J.A., Volence, J.J., Turner, L.B. and Pollock, C.J., 1997. Starch hydrolytic enzyme activities following defoliation of white clover, *Crop Sci.*, 37:1812-1818.
- Ghorbanly, M. 1987. *Plant physiology* (translated). Markaz Nashr Daneshgahi Press.
- Hampton, J.G. and TeKrony, D.M. 1995. *Handbook of vigour test methods*, 3rd Edition. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. PP. 117.
- Hellubust, J.A. and Carraigie, J.S. 1978. *Handbook of physiological methods*, Physiological and biochemical methods, Camb. Univ. Press.
- Jan, J., Zhang, J., Huang, Z., Zhu, Q. and Wang, L. 2000. Remobilization of carbon reserves is improved by controlled soil-drying during grain filling of wheat, *Crop Sci.* 40:1645-1655.
- Kochaki, E. and Sarmadnia, Gh. 2000. *Physiology of crop plants* (translated). Mashhad Jahad Daneshgahi Press. PP. 400.
- Lopez Castaneda, C., Richards, R.A., and Farquhar, D.G. 1995. Variation in early vigour between wheat (*Triticum aestivum* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.). *Crop Sci.* 35:472-479.
- Lopez Castaneda, C., Richards, R.A., Farquhar, D.G., and Williamson, R.E. 1996. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigour among temperate cereals. *Crop Sci.* 36:1257-1266.
- Manners, D.J., 1985. Starch, In: P.M. Dey and R.A. Dixon (eds.), *Biochemistry of storage carbohydrates in green plants*, London: Academic Press, pp. 149-203.

- Noormohammadi, Gh., Siadat, A. and Kashani, A. 1997. Agronomy: cereals. Shahid Chamran Ahvaz Univ. Press. PP.466.
- Palta, J.A., Kobata, T., Turner, N.C. and Fillery, I.R., 1994. Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by post anthesis water deficits, *Crop Sci.* 34:118-124.
- Parvane, V. 2005. Food qualitative control and chemical experiments. Tehran Univ. Press. PP.332.
- Paul, M.J. and Stitt, M. 1993. Effects of nitrogen and phosphorus deficiencies on levels of carbohydrates, respiratory enzymes and metabolites in seedlings of tobacco and their response to exogenous sucrose. *Plant Cell Environ.* 16:1047-1057.
- Rebetzke, G.S., and Richards, R.A. 1999. Genetic improvement of early vigour in wheat. *Aust. J. Arab. Res.* 50: 291-301.
- Saini, S.H. and Westgate, M.E. 2000. Reproductive development in grain crops during droughts. *Adv. Agron.* 68:60-96.
- Spiertz, J.H.J., 1977. The influence of temperature light intensity on grain growth in relation to the carbohydrate and nitrogen economy of the wheat plant, *Neth. J. Agric. Sci.*, 25:182-197.
- Thornley, J.H.M., 1979. Wheat grain growth: anthesis to maturity, *Aust. J. Plant Physiol.* 6:187.
- Van Sanford, D.A. and Mackown, C.T. 1987. Cultivar differences in nitrogen remobilization during grain fill in soft red winter wheat, *Crop Sci.* 27:295-300.
- Vieira, R.D., Tekrony D.M., and Egli, D.B. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field of soybean seed germination and vigor. *Crop Sci.* 32: 471-475.
- Yang, J., Zhang, J., Huang, Z., Zhu, Q. and Wang, L. 2000. Remobilization of carbon reserved is improved by controlled soil drying during grain filling of wheat, *Crop Sci.* 40:1645-1655.
- Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Zhu, Q. and Wang, W. 2001. Remobilization of carbon reserves in response to water deficit during grain filling of rice. *Field Crops Res.*, 71:47-55.
- Zečević, V., Knežević, D., Mićanović, D. and Urošević, D. 2006. Influence of seed maturity of early seedling vigor in wheat. *Kragujevac J. Sci.* 28:165-171.



## Effect of N and drought stress on seed carbohydrate and nitrogen reserves and seedling vigor in barley (*Hordeum vulgare* L.)

\*M. Baradaran Firouzabadi<sup>1</sup>, J. Hamzei<sup>2</sup> and E. Esfandiari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Assistant Prof., Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology,

<sup>2</sup>Assistant Prof., Faculty of Agriculture, BuAli Sina University, <sup>3</sup>Assistant Prof., Faculty of Agriculture, Maragheh University

### Abstract

Seed reserves are controlled by genetic and environmental condition such as nutrition, temperature, drought stress and light intensity. Strong seedling will produce from seeds with high reserves. Therefore, in this work that conducted in pot, field (in Tabriz university) and lab (in Shahrood university of technology) experiments, effect of pre-anthesis nitrogen application and a drought stress during grain filling stage on seed carbohydrate and nitrogen reserves and seedling vigor from these seeds were investigated. Two barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars named Walfajr and Reihan affected by nitrogen and drought stress levels in a randomized complete block design as factorial split plot with three replications. Three levels of nitrogen (60, 120 and 180 kg ha<sup>-1</sup>) and three irrigation levels (80-85, 55-65 and 35-45 percentage of field capacity) were applied at heading and 10 days after anthesis, respectively. Soil water was controlled by pot weighing and determination of soil moisture in pot and field experiments, respectively. Seed reserves including soluble sugar, starch and nitrogen and seedling vigor from these seeds with different reserves were evaluated. The high N application improved seed reserves. The mild drought stress treatment compared with the well water treatment increased the grain non structural carbohydrate and nitrogen and seed weight, but, these traits decreased by severe drought stress treatments. The grain protein enhanced by 1.3-3.3 % at drought stress treatments. The seeds that harvested from NN MD treatment had proper reserves, and germination rate, coleoptile length, root length and shoot weight in these seeds were higher than from other treatments. EC was low in seeds that obtained from NN and HN significantly. Seed germination rate was higher in Reihan, but, seed reserves in Walfajr were higher and seedling in Walfajr was stronger.

**Keywords:** Barley; Drought stress; Nitrogen; Seed reserves; Seedling vigor

---

\*Corresponding Author; Email: m.baradaran.f@gmail.com