

## بررسی اثر تنش خشکی و مقادیر مختلف نیتروژن بر فنولوژی و رشد و نمو ذرت

\* امید علیزاده<sup>۱</sup>، اسلام مجیدی<sup>۲</sup>، حبیب‌ا. نادیان<sup>۳</sup>، قربان نور محمدی<sup>۴</sup> و محمد رضا عامریان<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد، <sup>۲</sup> استاد پژوهش گروه بیوتکنولوژی مؤسسه تحقیقات نهال و بذر کرج،

<sup>۳</sup> استادیار گروه خاک‌شناسی دانشگاه ملائانی اهواز، <sup>۴</sup> استاد گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران،

<sup>۵</sup> استادیار گروه تکنولوژی تولیدات گیاهی دانشگاه صنعتی شاهرود

تاریخ دریافت: ۸۴/۳/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۲/۱۸

### چکیده

به منظور بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و مقادیر مختلف نیتروژن بر چگونگی رشد و نمو گیاه ذرت هیبرید ksc704 و همچنین میزان تجمع ماده خشک آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۳ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: مقادیر ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره و تنش‌های رطوبتی به صورت آبیاری مطلوب (t0)، تنش در مرحله رویشی (t1)، تنش در مرحله پیش از گرده‌افشانی و ۵۰ درصد گلدهی (t2) و تنش در مرحله بعد از گرده‌افشانی و پر شدن دانه (t3). نتایج نشان داد مراحل رشد و نمو گیاه تحت تأثیر مقادیر نیتروژن و تنش خشکی قرار می‌گیرد. اعمال تنش در مرحله رویشی باعث تأخیر در ظهور برگ گردیده است و مصرف کود نیتروژنه توانسته تا حدود کمی این تأخیر را جبران نماید. اما در گیاهانی که دچار تنش بوده و همچنین مقدار کمتری نیتروژن دریافت کرده‌اند ظهور گل‌ها تا ۵ تا ۹ روز بسته به میزان نیتروژن دریافتی، نسبت به شاهد تأخیر دارد. تنش خشکی موجب کاهش تجمع ماده خشک بلال گردیده است اما با افزایش کود نیتروژن تجمع ماده خشک بلال افزایش یافت. تنش خشکی در مرحله رویشی کمترین وزن خشک بلال را داشته است و کمترین وزن خشک ساقه و برگ در تنش خشکی در مرحله رویشی ایجاد شده است. از طرفی طول دوره زایشی بر اثر استرس خشکی کوتاه‌تر شده است.

**واژه‌های کلیدی:** تنش خشکی، نیتروژن، فنولوژی، ذرت.

### مقدمه

بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو گیاه تأثیر می‌گذارد که شدت خسارت خشکی بستگی به طول مدت تنش و مرحله رشد گیاه که تنش اتفاق می‌افتد، متفاوت است (دنمند و شاو، ۱۹۶۰).

تأخیر در ظهور گل تاجی و کاکل‌دهی بلال و همچنین شروع رشد خطی دانه در حالت تنش رطوبت قبل از

عملکرد ذرت به صورت بالقوه رابطه نزدیکی با قابلیت دسترسی به آب دارد اگرچه عوامل دیگری مانند مصرف کود می‌تواند بر عملکرد بالقوه گیاه اثر بگذارد. (کوچکی و همکاران، ۱۹۹۳). تنش خشکی از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مرفولوژیک، فیزیولوژیک و

برگ کاهش می‌دهد (وستر من و کورتز، ۱۹۷۴؛ موکو، ۱۹۹۸).

به گزارش شوسلر و وست گیت (۱۹۹۱) تنش خشکی در مرحله گرده‌افشانی باعث کاهش آهنگ تجمع ماده خشک در برگ‌ها، ساقه و بلال می‌شود. این آزمایش با هدف بررسی اثر تنش خشکی و مقادیر مختلف نیتروژن بر مراحل فنولوژیکی رشد و نمو گیاه و همچنین تجمع ماده خشک در ساقه، برگ‌ها و بلال و رابطه آن با بروز تنش و مقدار نیتروژن طراحی و اجرا شده است.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۳ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد با طول جغرافیایی ۳۶-۵۲ و عرض جغرافیایی ۵۲-۲۸ و ارتفاع ۱۳۷۰ متر از سطح دریا انجام شد. قبل از انجام آزمایش از اعماق ۰-۳۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد و تجزیه شیمیایی صورت گرفت. مشخص شد که بافت خاک شنی، لومی با pH ۷/۱۰، نیتروژن کل خاک ۰/۶ درصد، فسفر ۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و پتاسیم قابل جذب ۱۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. آزمایش با استفاده از طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتورها شامل کود نیتروژن در مقادیر (۱۵۰، ۳۰۰، ۴۵۰) کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره (۴۶ درصد نیتروژن) و سطوح آبیاری شامل: t0: آبیاری تا انتهای فصل رشد معادل نیاز آبی گیاه t1: تنش رطوبتی در مرحله رویشی پس از ظهور کامل برگ هشتم و برگ دهم V8 و V10، t2: تنش رطوبتی در مرحله زایشی دو هفته قبل از ظهور گل نر و زمانی که ۵۰ درصد گل نر ظاهر شده است (V15 و Vt)، t3: تنش رطوبتی در مرحله پرشدن دانه بلافاصله بعد از خاتمه گرده‌افشانی و انتهای شیرگی شدن دانه (R1 و R3) بود. بذر ذرت سینگل کراس ۷۰۴ از مرکز تحقیقات کشاورزی شیراز تهیه شد. نیاز آبی گیاه و

مرحله گرده‌افشانی نیز توسط گرانت و همکاران (۱۹۸۹)، نسیمیت و ریچی (۱۹۹۲)، هال و همکاران (۱۹۸۱) و هرور و جانسون (۱۹۸۱) گزارش شده است.

تنش شدید ممکن است منجر به تأخیر در ظهور کاکل بلال تا پایان گرده‌افشانی شود که این اتفاق می‌تواند به علت عدم دسترسی گیاه به آب کافی جهت رشد سلول‌های ابریشم بلال باشد (مقدم و هادی‌زاده، ۲۰۰۰؛ والدردن، ۱۹۸۳؛ هال و همکاران، ۱۹۸۱).

گیاهان تحت تأثیر تنش خشکی بسته به شدت و مدت تنش دارای کاهش سطح برگ خواهند شد اما به نظر می‌رسد تعداد نهایی برگ کمتر تحت تأثیر تنش قرار گیرد (سویاردو، ۱۹۹۰؛ دینارد و همکاران، ۱۹۶۹).

هرور و جانسون (۱۹۸۱) معتقدند که بیشترین حساسیت به تنش خشکی در چرخه زندگی گیاه ذرت در مرحله نمو گلچه‌ها و باروری گلچه می‌باشد به طوری که تنش خشکی در طول گلدهی باعث غیرهمزمان شدن پیدایش اندام نر و ماده ذرت خواهد شد. تأثیر تنش خشکی در زمان ظهور گل تاجی نه فقط مانع از توانایی گیاه برای گلدهی و پخش دانه گردیده است بلکه بر روی حیات دانه گرده به خصوص زمانی که همراه با دمای بالا باشد، مؤثر است (کوچکی و همکاران، ۱۹۹۳). تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه باعث کاهش تجمع ماده خشک در دانه می‌گردد و این تأثیر در نتیجه کوتاه شدن دوره رشد مؤثر دانه صورت می‌گیرد (نسیمیت و ریچی، ۱۹۹۲).

علاوه بر تنش خشکی تغییر در مقدار نیتروژن ذخیره خاک نیز می‌تواند رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار دهد (موکو، ۱۹۹۸؛ مک اولدج و همکاران، ۱۹۹۴).

یوهارت و آندرد (۱۹۹۵) معتقدند که کمبود نیتروژن نمو فنولوژیک، مراحل رویشی و زایشی ذرت را به تأخیر می‌اندازد و بر سرعت گسترش برگ و دوام سطح برگ بسیار مؤثر است. همچنین پژوهشگران معتقدند که کمبود نیتروژن گسترش سطح برگ را بیشتر از سرعت پیدایش

(V12)، ۱۴ برگی (V14)، شروع رشد زایشی (R1)، شیری شدن دانه (R3) و رسیدگی فیزیولوژیکی (R6) انجام پذیرفت. جهت تعیین وزن خشک ساقه برگ و بلال تقریباً هر ۲ هفته یکبار بعد از اعمال اولین تیمار تنش خشکی (V6) ۴ بوته به طور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه، برداشت و سپس در آون و در دمای ثابت ۷۵ درجه سانتی گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شدند. نمونه گیری از بلال از زمان ظهور بلال هر هفته انجام پذیرفت. نمودارها براساس شاخص حرارتی درجه روز رشد (GDD) و از رابطه  $GDD = T_{max} + T_{min} / 2 - T_b$  محاسبه و رسم شدند. در این رابطه  $T_b$  دمای پایه ذرت ۱۰ درجه سانتی گراد،  $T_{max}$  حداکثر دمای روزانه و  $T_{min}$  حداقل دمای شبانه روز می باشد. منحنی ها با استفاده از نرم افزار **Harvad Graphic** رسم شدند.

### نتایج و بحث

**فنولوژی گیاه:** در این پژوهش مراحل رشد و نمو گیاه تحت تأثیر مقادیر نیتروژن و زمان های مختلف تنش آبی قرار گرفت. جدول ۱ نشان دهنده تغییرات فنولوژیک گیاه می باشد که طی مراحل V8 (۸ برگی)، V10 (۱۰ برگی)، V12 (۱۲ برگی)، V14 (۱۴ برگی)، R1 (ظهور کاکل بلال)، R3 (شیری شدن) و R6 (رسیدگی فیزیولوژیک) مشخص شده است.

در زمان ایجاد تنش آبی در مراحل V8 و V10، گیاهان تنش دیده در مرحله رویشی (T1) در مقایسه به شاهد ۲ روز دیرتر به تعداد برگ ۱۴ عدد رسیدند. در مقایسه بین تنش آب در مرحله شیری شدن (T3) با تیمار شاهد (T0) تفاوتی در زمان ظهور برگ ۱۴ دیده نمی شود. مقایسه تنش آب در دو هفته قبل از زمان ظهور گل نر و ۵۰ درصد ظهور گل نر نشان داد که نسبت به شاهد یک تأخیر ۲ تا ۳ روزه برحسب میزان نیتروژن مصرفی در ظهور برگ وجود دارد. اما از نظر ورود به فاز زایشی و ظهور کاکل بلال، با توجه به جدول ۱ مشخص شد گیاهانی که نیتروژن کمتری دریافت کرده اند.

میزان آب مورد نیاز گیاه با استفاده از تشتک تبخیر محاسبه شد بدین صورت که تبخیر روزانه از تشتک اندازه گیری و سپس با توجه به ضریب تشتک و ضریب گیاهی میزان آب مورد نیاز در هر مرحله از آبیاری تعیین گردید. آبیاری کلیه کرت ها توسط لوله پلی اتیلن انجام شد و حجم آب ورودی به کرت ها با کنتور کنترل شد. روش کاشت به صورت جوی و پشته با فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی متر و فاصله گیاه روی ردیف ۱۸ سانتی متر با دست کشت شد. همچنین دو کرت آزمایشی شامل ۸ خط به طول ۱۰ متر بود که با احتساب ۱/۵ متر بین کرت ها (۲ خط نکاشت) ایجاد پشته و قرار دادن پلاستیک در خاک تا عمق ۷۰ سانتی متری از نفوذ آب به کرت مجاور جلوگیری به عمل می آمد. زمین کشت پیش از کاشت آیش بود که در پاییز شخم اولیه خورد و شخم مجدد دیسک تسطیح و زدن ماله و مرزبندی و کود پاشی در اردیبهشت ماه انجام گردید. در اوایل خرداد زمین کرت بندی و خطوط کاشت با عبور ماشین بذرکار بدون آنکه بذری بکارد، در زمین ایجاد شد. مصرف کود پایه به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات از منبع سوپر فسفات تریپل و حدود ۷۵ کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار از منبع اوره در زمین زراعی بود. بقیه کود نیتروژنه برحسب تیمارهای کودی به صورت سرک و به روش نواری در حدود ۴ تا ۶ برگی گیاه به زمین اضافه شد. اولین آبیاری پس از کاشت بذر در ۱۵ خرداد ماه صورت گرفت و در طول آزمایش عملیات وجین و حذف علف های هرز و تنگ بارست انجام شد و از سموم شیمیایی استفاده نشد برداشت اواخر آبان ماه انجام شد.

برای تعیین مشخصات فنولوژیکی مزرعه از هر کرت آزمایش یک مترمربع (۸ بوته) از ابتدا به وسیله روبان قرمز مشخص شد و تعیین دقیق ورود گیاه به هر مرحله براساس بازدید از گیاهان علامت دار و براساس ورود حداقل ۵۱ درصد گیاهان به یک مرحله اعلام می گردید و نمونه برداری ها بر طبق تقسیم بندی دانشگاه ایوا (۱) در طی مراحل ۸ برگی (V8)، ۱۰ برگی (V10)، ۱۲ برگی

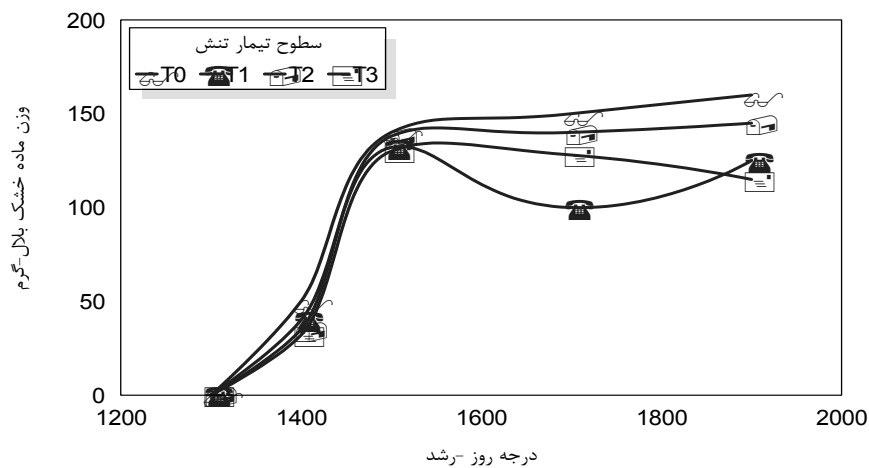
جدول ۱- مراحل مهم رشد و نمو در تیمارهای مختلف کود نیتروژن و استرس خشکی براساس روزهای پس از کاشت.

مراحل مهم رشد و نمو	رسیدگی	شیری شدن	ظهور ابریشم	چهارده برگی	دوازده برگی	ده برگی	هشت برگی
	R6	R3	R1	V14	V12	V10	V8
بدون استرس آب (شاهد)							
N 150	۱۱۵	۹۷	۷۲	۶۴	۵۵	۴۵	۳۰
N 300	۱۱۸	۹۹	۶۷	۶۳	۵۳	۴۴	۳۰
N 450	۱۱۹	۱۰۱	۶۶	۶۳	۵۲	۴۳	۳۰
تنش آب در مرحله رویشی T1							
N 150	۱۱۵	۹۵	۷۷	۶۶	۵۵	۴۵	۳۰
N 300	۱۱۸	۹۸	۷۳	۶۴	۵۳	۴۴	۳۰
N 450	۱۱۹	۹۸	۷۲	۶۳	۵۳	۴۳	۳۰
تنش آب در مرحله زایشی T2							
N 150	۱۱۵	۹۵	۸۰	۶۷	۵۵	۴۵	۳۰
N 300	۱۱۸	۹۰	۷۵	۶۵	۵۳	۴۴	۳۰
N 450	۱۱۹	۹۱	۷۵	۶۴	۵۲	۴۳	۳۰
تنش آب در مرحله پرشدن دانه T3							
N 150	۱۱۵	۹۱	۷۲	۶۴	۵۴	۴۵	۳۰
N 300	۱۱۸	۹۰	۶۷	۶۳	۵۲	۴۴	۳۰
N 450	۱۱۹	۹۰	۶۶	۶۲	۵۲	۴۳	۳۰

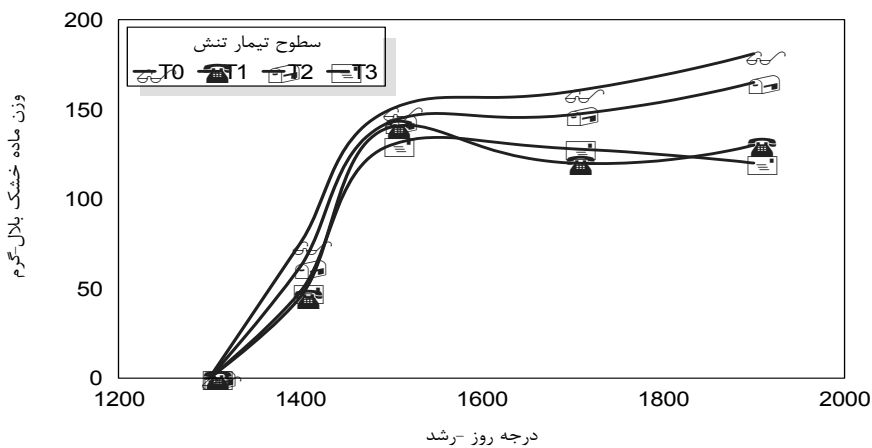
نتایج حاصله نشان می‌دهد که تنش خشکی موجب کاهش تجمع ماده خشک بلال گردید. (شکل‌های ۱، ۲ و ۳)، نتایج مشابهی توسط پژوهشگران اعلام گردیده (فری و همکاران، ۱۹۸۱؛ تولنار و دینارد، ۱۹۷۸؛ برادفورد، ۱۹۹۴؛ کستاندینی و سلیمان، ۱۹۹۱؛ موس و دونی، ۱۹۷۱ و ولافیت و ادمدز، ۱۹۹۵) که ماده خشک بلال بر اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد که بخشی از این کاهش مربوط به کاهش نمو دانه در قسمت‌های وسط و پایین بلال در تیمارهای تنش خشکی است که شاید بر اثر کاهش فتوسنتز جاری رخ دهد و به نظر می‌رسد تیمارهایی که باعث کاهش عرضه مواد فتوسنتزی می‌شوند مانند تنش خشکی ممکن است باعث کاهش نمو یا عدم نمو دانه در قسمت‌های بالایی بلال شوند. محدودیت کربوهیدراتی که در زمان گرده‌افشانی یا اندکی پس از آن بر اثر تنش خشکی رخ می‌دهد می‌تواند باعث سقط جنین شود.

همچنین دچار تنش رطوبتی نیز بوده‌اند. به شاهد ظهور گل نر و ابریشم بلال ۵ تا ۹ روز به تأخیر افتاده است در این خصوص نتایج مشابهی توسط سایر محققین به دست آمده است (جاکوئیس و پیرسون، ۱۹۹۱؛ نسیمیت و ریچی، ۱۹۹۲) گزارش شده است که تأخیر در ظهور کاکل بلال بر اثر تنش خشکی قبل از مرحله گرده‌افشانی (T2) بین ۱ تا ۸ روز برای ارقام مختلف متفاوت است (هال و همکاران، ۱۹۸۱؛ گرانت و همکاران، ۱۹۸۹). در مقایسه بین تیمار تنش آب در مرحله شیری شدن دانه و تیمار (T3) با شاهد (T0) نشان داده شد که طول دوره پر شدن دانه به علت تأخیر بوجود آمده در شروع رشد زایشی کمتر از گیاه شاهد است که در این حالت تنش آب بسته به میزان نیتروژن مصرفی ۵ تا ۷ روز دوره پر شدن دانه را کوتاه کرده است.

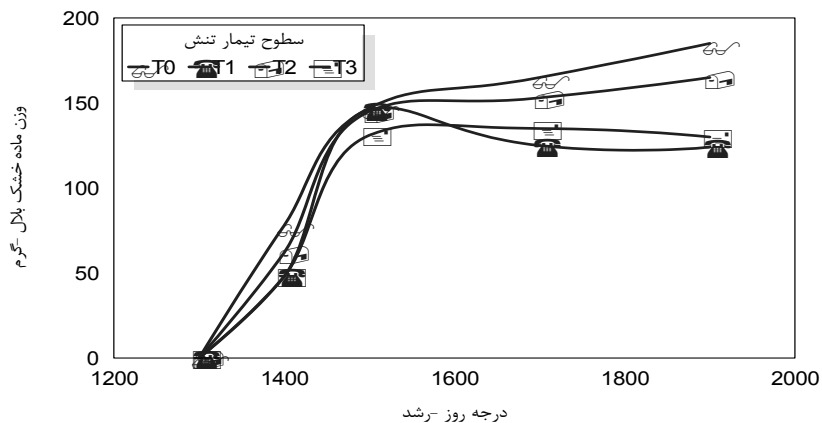
**تجمع ماده خشک:** شکل‌های ۱ تا ۹ روند تجمع ماده خشک در بلال، برگ‌ها و ساقه گیاه ذرت تحت شرایط تنش خشکی و مقادیر مختلف نیتروژن را نشان می‌دهد.



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر روند تغییرات ماده خشک بلال در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار.



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر روند تغییرات ماده خشک بلال در سطح ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار.



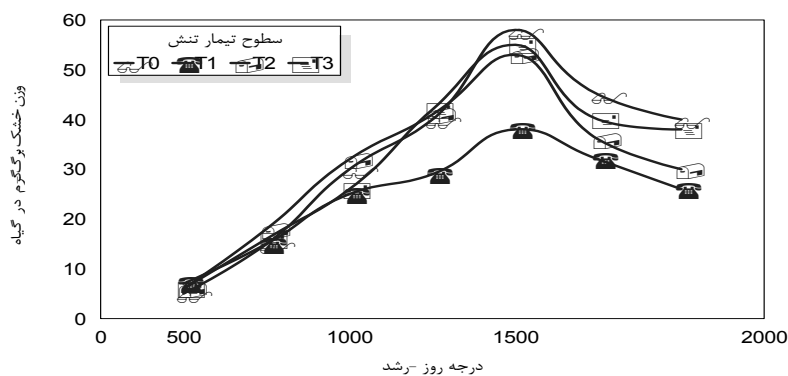
شکل ۳- تأثیر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر روند تغییرات ماده خشک بلال در سطح ۴۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار.

و ۵۰ درصد گلدهی (T2) و مرحله بعد از گرده‌افشانی و شیر شدن دانه نیز باعث کاهش تجمع ماده خشک بلال گردید که این امر می‌تواند به دلیل اختلال در گرده‌افشانی و به وجود آمدن دانه‌های پوک و همچنین انتقال مواد فتوسنتزی به محور بلال و دانه باشد.

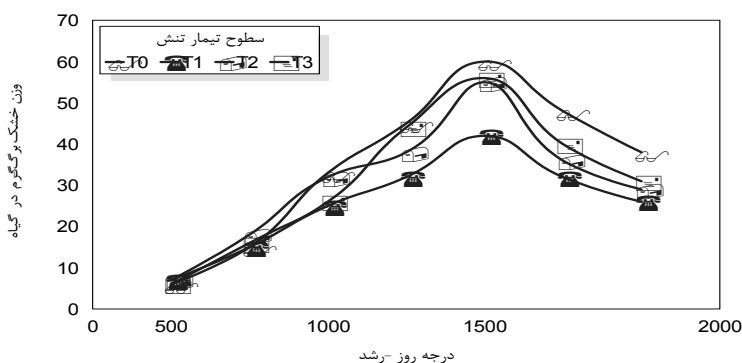
در این بررسی با افزایش نیتروژن میزان کل ماده خشک بلال نیز افزایش یافت اما آبیاری مطلوب بالاترین تجمع ماده خشک بلال را داشت و تنش خشکی در مرحله رویشی (T1) کمترین وزن خشک بلال را به خود اختصاص داد. تنش خشکی در مراحل قبل از گرده‌افشانی

شکل‌های ۴ تا ۹ چگونگی تجمع ماده خشک در برگ و ساقه و تأثیر تنش خشکی را در مقادیر مختلف نیتروژن نشان می‌دهد. در ابتدای رشد گیاه تفاوت چندانی بین تجمع ماده خشک ساقه و برگ‌ها وجود ندارند اما با اعمال تنش خشکی در مراحل ۸ و ۱۰ برگی و ساید تیمارهای تنش آب و مقادیر نیتروژن تفاوت ظاهر می‌گردد. در کلیه گیاهان حداکثر تجمع ماده خشک

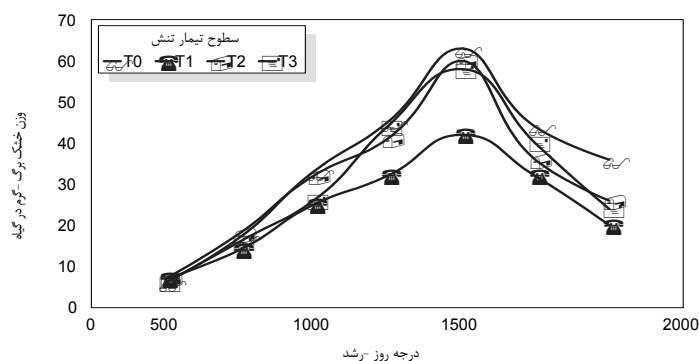
برگ‌ها در پایان ظهور برگ آخر (۱۴ و ۱۵) دیده می‌شود البته تجمع ماده خشک ساقه تا هنگام تکمیل گرده‌افشانی ادامه می‌یابد و با شروع دوره پرشدن دانه (R3) به حداکثر مقدار خود می‌رسد. تنش آب در کلیه سطوح نیتروژن بیشتر در مرحله رویشی موجب کاهش وزن ماده خشک گردید (شکل‌های ۱ تا ۹).



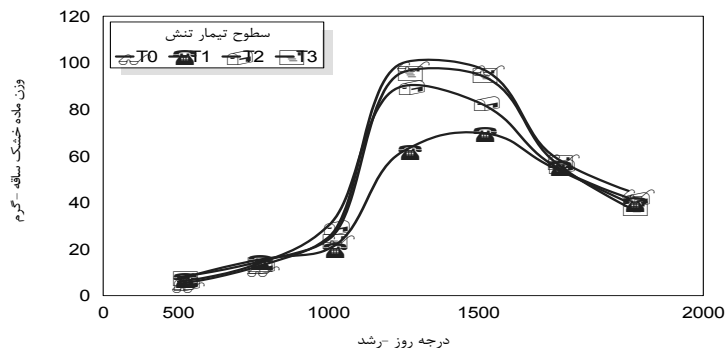
شکل ۴ - تأثیر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر روند تغییرات ماده خشک برگ در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار.



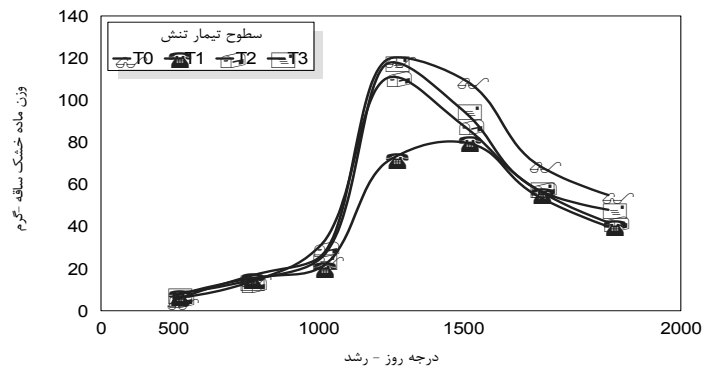
شکل ۵ - تأثیر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر روند تغییرات ماده خشک برگ در سطح ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار.



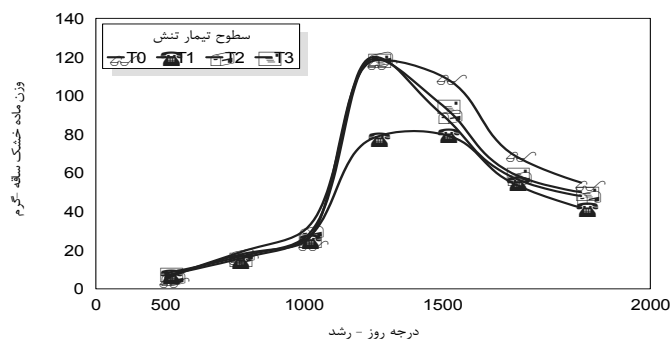
شکل ۶ - تأثیر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر روند تغییرات ماده خشک برگ در سطح ۴۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار.



شکل ۷- تأثیر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر روند تغییرات ماده خشک ساقه در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار.



شکل ۸- تأثیر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر روند تغییرات ماده خشک ساقه در سطح ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار.



شکل ۹- تأثیر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر روند تغییرات ماده خشک ساقه در سطح ۴۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار.

است. با شروع رشد زایشی (RI) مواد ذخیره‌ای در برگ و ساقه در اثر انتقال مواد به اندام زایشی در کلیه تیمارها رو به کاهش گذاشته است. گیاهانی که در مرحله زایشی T2 و T3 در معرض تنش خشکی قرار گرفته‌اند انتقال مجدد اسیمیلات ذخیره‌ای از برگ و ساقه به دانه بعد از برطرف شدن دوره تنش خشکی دیده می‌شود. طول دوره رشد زایشی بر اثر استرس خشکی کوتاه‌تر شده است (جدول ۱) از این رو در اکثر گیاهان انتقال مجدد مواد از برگ و ساقه نتوانسته است به‌طور کامل کاهش تولید ماده خشک ناشی از کوتاه شدن دوره پر شدن دانه را جبران کند. از همین رو ماده خشک دانه کم شده است البته محققینی مانند اکرسون (۱۹۸۳) و جرجنس و همکاران

بعد از رفع تنش نیز این گیاهان نتوانستند به‌طور کامل کمبود ماده خشک ناشی از تنش را جبران نمایند. تنش خشکی در کلیه مراحل مانع از آن شده که وزن خشک ساقه به حداکثر مقدار خود برسد. به‌طورکلی، وزن خشک ساقه بین تیمارهای تنش خشکی و آبیاری مطلوب تا قبل از ظهور کامل تفاوت چندانی نداشت اما به‌نظر می‌رسد بعد از آن به‌دلیل ایجاد یک مخزن جدید (بلال) نسبت مبدأ به مقصد کم شده باشد بنابراین به‌منظور جبران کاهش تولید مواد پرورده مواد ذخیره شده در ساقه در تیمارهای تنش خشکی در مقایسه با تیمار آبیاری مطلوب مقدار بیشتری به بلال منتقل شده که همین مسئله باعث کاهش بیشتر وزن ساقه در تیمارهای تنش خشکی شده

(۱۹۷۸) معتقدند ذخایر ساقه در شرایط پتانسیل کم‌آبی می‌تواند تا حدودی موجب ثبات در حجم ماده خشک دانه شود. نتایج این پژوهش نشان داد تنش خشکی می‌تواند باعث کاهش انتقال مجدد گردد که علت آن می‌تواند ناشی از دو عامل باشد یکی اینکه توانایی فتوسنتز برگ‌ها کاهش یافته و دیگر اینکه انتقال مواد بین اندام‌های مختلف گیاه مانند ساقه، برگ و بلال دچار اختلال شده است. این روند کلی یعنی اثر کاهنده تنش خشکی بر تجمع ماده خشک در برگ‌ها نیز مشهود است، البته افزایش کود نیتروژن باعث کاهش اثرات مخرب و کاهنده تنش خشکی بر روند ماده خشک برگ می‌گردد (بنزیگر و همکاران، ۱۹۹۷؛ برادفورد، ۱۹۹۴).

**عملکرد و اجزای عملکرد:** عملکرد در این آزمایش تحت تأثیر اجزاء خود قرار گرفت البته اجزاء عملکرد تأثیر یکسانی بر عملکرد ایجاد نداشتند. مطالعه حاضر نشان داد که عملکرد دانه تحت تأثیر مقادیر نیتروژن، سطوح مختلف تنش و اثرات متقابل آنها قرار گرفت (جدول ۲). همچنین اجزاء عملکرد دانه شامل: تعداد دانه و وزن دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده و تحت تأثیر تنش رطوبتی و مقادیر نیتروژن قرار گرفتند (جدول ۲). تنش رطوبتی اثر بیشتری نسبت به کمبود نیتروژن بر عملکرد و اجزاء آن داشت. تنش رطوبتی در مرحله رویشی (T1) حدود ۱۷ درصد نسبت به آبیاری مطلوب (شاهد) کاهش عملکرد دانه را نشان می‌دهد که این مورد، در خصوص بروز تنش در مرحله ظهور گل نر و ۵۰ درصد ظهور گل نر (T2)، حدود ۲۳ درصد کاهش عملکرد دانه را نشان می‌دهد و در مرحله بعد از گرده‌افشانی و شیری شدن دانه حدود ۹ درصد کاهش عملکرد دانه را نشان می‌دهد.

مک فرسون و بایر (۱۹۷۷) و کلاسن و شاو (۱۹۷۰) تأثیر تنش آب قبل از دوره زایشی را بر عملکرد حدود ۱۵/۸ تا ۲۲/۱ درصد می‌دانند و برخی پژوهشگران کاهش ۲۵ درصدی را در عملکرد دانه طی تنش آب در دوره رویشی گزارش نموده‌اند. همچنین اثر تنش کمبود آب در زمان ظهور گل تاجی تا ۵۰ درصد و بعد از ابریشم دهی بلال ۲۱ درصد می‌باشد. کلاسن و شاو (۱۹۷۰)، گرانت و همکاران (۱۹۸۹).

در این آزمایش تنش رطوبتی در مرحله ظهور گل نر و کمی پیش از آن (T2) تا ۲۳ درصد کاهش عملکرد را نشان می‌دهد، نتایج این آزمایش با نتایج سایر محققین مشابه است (جاما و اوتامان، ۱۹۹۳؛ دنمید و شاو، ۱۹۶۰).

در مطالعه حاضر علت اصلی کاهش عملکرد دانه در تیمارهای تنش خشکی و مقادیر نیتروژن، تعداد دانه در بلال و وزن دانه در بلال بوده است، به طوری که تنش رطوبتی و کمبود نیتروژن موجب کاهش تعداد دانه و وزن دانه گردید. (جدول‌های ۲، ۳، ۴ و ۵). این یافته تأییدی بر یافته‌های پژوهشگرانی است که بیان کردند تنش خشکی تعداد دانه در بلال را کاهش می‌دهد. کلاسن و شاو (۱۹۷۰)، گرانت و همکاران (۱۹۸۹)، نسیمت و ریچی (۱۹۹۲)، و سینکلر و همکاران (۱۹۹۰) و همچنین باعث کاهش وزن دانه می‌شود. فرح (۱۹۸۳)، هیتزلی و همکاران (۱۹۹۰). با توجه به جدول ۳ مشخص می‌شود که تنش رطوبتی در مرحله رویشی (T1) و قبل از ظهور گل نر و ۵۰ درصد ظهور گل نر (T2) بیشتر با کاهش تعداد دانه موجب کاهش عملکرد دانه گردید، اما تنش رطوبتی در انتهای گرده‌افشانی و شیری شدن دانه (T3) بیشتر با کاهش وزن دانه موجب کاهش عملکرد دانه گردیده است. کاهش تعداد دانه در بلال ممکن است ناشی از تأخیر در ظهور کاکل و یا سقط جنین در اثر کمبود هیدرات‌های کربن باشد (پاندی و گاردنر، ۱۹۹۲؛ برادفورد، ۱۹۹۴). همچنین کاهش وزن دانه در تنش کمبود آب بعد از گرده‌افشانی (T3) بیشتر به دلیل کاهش دوره پر شدن دانه می‌باشد (وست گیت، ۱۹۹۴). در این پژوهش عملکرد دانه، تعداد دانه و وزن دانه تحت تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن قرار گرفت. عملکرد دانه در سطح نیتروژن مصرفی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با ۳۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب ۲ و ۱۳ درصد افزایش نشان می‌دهد که شامل افزایش ۳ و ۵ درصدی در تعداد دانه و افزایش ۲ و ۳ درصدی وزن دانه می‌باشد. مطالعات زیادی نیز افزایش عملکرد دانه، تعداد دانه و وزن دانه را در اثر افزایش مصرف نیتروژن نشان داده است (اوسبورن و همکاران، ۲۰۰۲؛ یوهارت و اندرالدی، ۱۹۹۳).

اثر متقابل تنش خشکی و نیتروژن نیز بر عملکرد دانه، تعداد دانه و وزن دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود.



جدول ۲ مقایسه میانگین‌ها را به‌خوبی نشان می‌دهد که در هر سه سطح نیتروژن و تنش رطوبتی موجب کاهش عملکرد دانه گردید، (جدول ۵) اما اختلاف بین مصرف ۳۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن بیشتر است.

همچنین تنش رطوبتی در ۲ هفته قبل از ظهور گل نر و ۵۰ درصد ظهور گل نر (T2) اثر کاهنده بیشتری بر عملکرد دانه داشت که این مسئله نشان دهنده حساسیت زیاد گیاه به کمبود آب و نیتروژن در این مرحله می‌باشد. به‌نظر می‌رسد که حساسیت گیاه به فتوسنتز جاری و جذب نیتروژن در این مرحله بیشتر از سایر مراحل است. این روند در مورد تعداد دانه نیز دیده می‌شود به‌طوری‌که کمترین تعداد دانه مربوط به تیمار (T2) است، اما به نظر می‌رسد که با مصرف بیشتر نیتروژن (۴۵۰ کیلوگرم در هکتار) تا حدودی از اثر تعدیل‌کننده تنش رطوبتی بر تعداد دانه کاسته شده است. کمترین وزن دانه مربوط به تیمار تنش رطوبتی بلافاصله بعد از گرده‌افشانی و انتهای شیری شدن دانه (T3) است که مصرف نیتروژن یک روند افزایشی (غیرمعنی‌دار) در دانه را نشان می‌دهد (جدول ۵).

همچنین مطالعه حاضر نشان داد که هم تنش خشکی و هم مقادیر مختلف نیتروژن می‌تواند بر وزن بیولوژیک مؤثر باشند. این یافته تأییدی بر یافته‌های محققینی است که بیان کردند تنش خشکی وزن بیولوژیک گیاه را کاهش می‌دهد. (جدول‌های ۳ و ۵) (کلاسن و همکاران، ۱۹۷۰؛ دایر و همکاران، ۱۹۹۲).

افزایش کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد بیولوژیک می‌شود (جدول‌های ۴ و ۵). کستانندی و سلیمان (۱۹۹۱)، ساوادا و همکاران (۱۹۹۵). اثر تنش خشکی و مقادیر مختلف نیتروژن بر تعداد دانه در هر ردیف بلال در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود اما اثر این دو عامل و اثر متقابل آن بر تعداد ردیف در هر بلال معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین سطوح مختلف تنش خشکی نشان می‌دهد که بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال مربوط به آبیاری مطلوب (T0) و پس از آن تیمار تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی (T3) می‌باشد و کمترین تعداد دانه در هر ردیف بلال مربوط به تیمار تنش خشکی در مرحله رویشی است (T1). مک فرسون و بایر (۱۹۷۷) و هال و همکاران (۱۹۸۱) علت اصلی کاهش تعداد دانه در ردیف را کاهش در طول و ضخامت بلال در اثر بروز تنش خشکی دانسته‌اند.

## منابع

1. Ackerson, R.C. 1983. Comparative Physiology and water relations of two corn hybrids during water stress. *Crop Sci* 23:278-283
2. Banziger, M., Bertran, F.J., and Lafitte, H.R. 1997. Efficiency of high-nitrogen selection environments for improving maize for low-nitrogen target environments. *Crop Sci*. 37:1103-1109
3. Banziger, M., Edmeades, G.O., and Lafitte, H.R. 1999. Selection for drought tolerance increase maize yields over a range of N levels. *Crop Sci*. 39: 1035-1040.
4. Brad Ford, K.J. 1994. Water Stress The Water Relations of Seed Development: A Critical Review—*Crop Sci* :34:1-11.
5. Claasen, M.M., and Shaw, R.H. 1970. Water deficit effects on corn: II Grain Components. *Agron J*. 62:652-655.
6. Daynard, T.B., Tanner, J.W., and Hume, D.J. 1969. Contribution of stalk Soluble Carbohydrates to grain Yield in Corn (*zea mays* L). *Crop Sci* .9:831-834.
7. Denmead, O.T., and Shaw, R.H. 1960. The Effects of Soil Moisture Stress at different Stages of growth on The development and yield of Corn. *Agron. J*. 52:272-274.
8. Dwyer, L.M., Stewart, D.W., and Tollenar, M. 1992. Analysis of maize leaf photosynthesis under drought. *N. J. Plant sci*. 72:477.
9. Farah, S.M. 1983. Effect of supplementary irrigation on rain growth sorghum in the Sudan. *J. Agriculture sci. UK*. 100:323-327.
10. Frey, N.M. 1981. Dry matter accumulation in Kernels of maize. *Crop Sci* .21:118-122.
11. Girardin, P., Tollenar, M., Deltour, A., and Mjldoon, J. 1978. Temporary N starvation in maize (*Zea mays* L.) effects on development, dry matter accumulation and grain yield. *Agronomical* 7:289-296.

12. Grant, R.F., Jackson, B.C., Kiniry, J.R., and Arikin, G.F. 1989. Water deficit timing effects on yield Components in maize Agron. J. 81:61-65.
13. Hall, A.J.L., Emcoff, J.H., and Trapani, N. 1981. Water stress before and during flowering in maize and its effects on yield its Components, and Their determinants. *Maydica*. 26:19-38.
14. Herrero, M.P., and Johnson, R.R. 1981. Drought stress and its effects on maize reproductive systems. *Crop Sci*. 21:102-110.
15. Heatherly, L.G., Wasley, R.A., and Elmore, C.D. 1990. Corn, sorghum and soybean response to the irrigation in the Mississippi river alluvial plain. *Crop sci*. 30:665-672.
16. Jama, A.O., and Ottman, M.J. 1993. Timing of the first irrigation in corn and water stress conditioning. *Agron J*. 85:1159-1161.
17. Jacobs, B.C., and Pearson, C.J. 1991. Potential yield of maize determined by rates of growth and development of ears field crops. *Res*. 27:281-298.
18. Jurgens, S.K.J., Ohnson, R.R., and Boyer, J.S. 1978. Dry matter production in maize Subjected to drought during grain fill. *Agron. j*. 70:678-682.
19. Kocheiki, A., Hosseini, M., and Nasirimahalati, M. 1993. Soil, Water relationship in crop plants. Mashhad jehad.daneshgahi press. 560 pp. (Translated in Persian).
20. Kocheiki, A., and Nasiri mahalati, M. 1996. Crops ecology. Mashhad jehad. Daneshgahi press. 291 pp. (Translated in Persian).
21. Kostaandi, S.F., and Solaiman, M.F. 1991. Effect of nitrogen rate at different growth Stages on corn yield and Common smut disease. *Crop Sci*. 167:53-60.
22. Lafitte, H.R., and Edmeades, G.O. 1995. Stress tolerance in tropical maize is linked to Constitutive change in ear growth characteridtics. *Crop Sci*. 35:820-826.
23. Mcpherson, H.G., and Boyer, J.S. 1977. Regulation of grain yield by photosynthesis in maize subjected to a water deficiency. *Agron. J*. 69:714-718.
24. McCullogh, D.E., Girardin, P.H., Mihajlovic, M., Agvilera, A., and Tollenaar, M. 1994. Influence of N supply on development and dry matter accumulation of an old and new maize hybrid. *Can. J. plant & Soil. Sci*. 74:461-466.
25. Moghaddam, A., and Hadizadeh, M.H. 2000. Study in density stress in selection of drought tolerant varieties in corn. *Iranian journal of Crop .Sci*. vol.2:3.25-38.
26. Moss, G.I., and Downey, L.A. 1971. Influence of drought stress on Female gametoPhyte development in corn and subsequent grain yield *Crop Sci*. 11:368-372.
27. Muchow, R.C. 1988. Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environmet I. leaf growth and leaf nitrogen. *Field Crop Res*. 18:1-16.
28. Muchow, R.C. 1988b. Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical enuironment I. Radiation inter caption and biomass accumulation. *Field Crops Res* 18:16-30.
29. Nesmith, D.S., and Ritchie, J.T. 1992. Short and long term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit *Agron. J*. 84:106-113.
30. Osborne, S.L., Schepers, J.S., Franas, D.D., and Schlemmer, M.R. 2002. Use of spectral radiance to in- season biomass and grain yield in nitrogen and water-stressed corn. *Crop Sci*. 42:165-169.
31. Ouattar, S., Jones, R.J., and Crookstan, R.K. 1987. Effect of water deficit during grain filling on the pattern of maize kernel and development. *Crop Sci*. 27:726-730.
32. Sawada, O., Itoh, J., and Fojita, K. 1995. Characteristics of photosynthesis and translocation of c-labeled photosynthate in husk leaves of sweet corn. *Crop sci*. 35:480-485.
33. Schussler, J.R., and Westgate, M.E. 1991. Maize kernel set at low water potential. I, sensitivity to reduced assimilates during early kernel growth *Crop Sci*. 31:1189-1195.
34. Sinclair, T.R., Bennet, L.J.M., and Muchow, R.C. 1990. Relative sensitivity of grain yield and biomass accumulation to drought in field grown maize .*Crop Sci*. 30:690-693.
35. Sobardo, M.A. 1990. Drought responses of tropical corp. I. leaf area and yield components in the field *maydica*. 35(3):221-226. *Maize Abstracts*. 1991. 7. Abstract no. 199.
36. Tollenaar, M., and Daynard, T.B. 1978. Effect of defoliation on kernel development in maize. *can. J. Plant Sci* . 58:207-212.
37. Uhart, S.A., and Anderade, F.H. 1995. Nitrogen deficiency in maize. I. Effects on crop growth, development to dry matter partitioning, and kernel set. *Crop Sci*. 35:1376-1383.
38. Waldern, R.P. 1983. *Crop-water Relations*. teare. J.D., and peete M.M. eds. john wiley & sons new york. PP. 187-211.
39. Westerman, R.L., and Kurtz, L.T. 1974. Isotopic and nonisotopic estimations of fertilizer nitrogen uptake by sudangrass in field experiment. *Herb Abs*. 44(6):160.

## **Effect of water stress and different nitrogen rates on phenology, growth and development of corn**

**\*O. Alizadeh<sup>1</sup>, E. majede<sup>2</sup>, H.A. Nadian<sup>3</sup>, Gh. Normohamade<sup>4</sup> and M.R. Amerian<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Assistant Prof. Dept. of Agriculture Islamic Azad University Firouz bad, Iran, <sup>2</sup>Research Prof. Dept. of Agriculture Biotechnology Institute, Iran, <sup>3</sup>Assistant Prof. Dept. of Soil Science, Molasani University, Iran, <sup>4</sup>Prof. Dept. of Agronomy, Science and Research Unit., Islamic Azad University, Iran, <sup>5</sup>Assistant Prof. Dept. of Plant production Technology University, Iran

---

---

### **Abstract**

In order to evaluate the effect of water stress in different growth stage and nitrogen rates on how growth and development of corn plant ksc 704 and also as amount of total dry matter accumulation in different organs of plant experiment was carried out at research and education station of Islamic Azad University of Firouz Abad , in 2004. Research was carried out in factorial experiment based on RCBD with 3 replications. Amount of nitrogen fertilizer was consisted of 150 , 300 , 450 , Kg N/ha as source urea and water stress consist, non-water stress (to). Water stress in vegetative before pollination and %50 flowering (t1). Water stress in reproductive stage 2 weeks ago on tasseling and % 50 tassels was appeared. (t2) and water stress in grain filling period (t3).The result indicated that growth stage and development impressed by amount of nitrogen and water stress. Water stress applied in vegetative stage caused delay in leaf appearance that use more nitrogen fertilizer can compensate this delay a little-but in corn plant that catch water stress and also concept a little nitrogen fertilizer, tasseling and silking was delayed 5 to 9 days depend on nitrogen consumption between non- water stress (check). Water stress decreased ear dry weight. But with increase nitrogen fertilizer, ear dry weight was increased. Water stress in vegetative stage (t1) had the lowest ear dry weight and also lower leaf and stem dry weight had seen in water stress in vegetative stage treatment. Reproductive period length was shorter due to water stress, too.

**Keywords:** Water stress; Nitrogen; Phenology; Corn.