

## اثر قطع آبیاری، پتاسیم و عناصر کم مصرف بر شاخص‌های رشد ذرت علوفه‌ای

آسیه مجلسی<sup>۱</sup>، فرزاد جلیلی<sup>۲</sup>، ابراهیم ولیزادگان<sup>۲</sup> و اسماعیل قلی نژاد<sup>۳</sup>

### چکیده

جهت بررسی اثر قطع آبیاری، پتاسیم و عناصر کم مصرف بر شاخص‌های رشد ذرت علوفه‌ای ۷۰۴، مطالعه‌ای در سال ۱۳۸۹ به صورت کرت‌های دوبار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ارومیه اجرا شد. تیمار آبیاری به عنوان فاکتور اصلی در دو سطح (آبیاری کامل و قطع آبیاری)، مصرف پتاسیم به عنوان فاکتور فرعی در دو سطح (عدم مصرف و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم) و عناصر کم مصرف به عنوان فاکتور فرعی-فرعی در سه سطح (عدم مصرف، مصرف خاکی و محلول‌پاشی عناصر کم مصرف) بودند. ارتفاع بوته، عملکرد علوفه تازه، وزن خشک ساقه و برگ، عملکرد بیولوژیک، سطح برگ پرچم، طول و قطر بلال، پرولین و محتوای آب نسبی برگ مطالعه شدند. طبق نتایج اثر اصلی قطع آبیاری در کاهش ارتفاع بوته، سطح برگ پرچم، طول بلال، عملکرد علوفه تازه، وزن خشک ساقه و برگ و افزایش پرولین معنی دار بود. مصرف پتاسیم در افزایش ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، طول و قطر بلال، پرولین و نیز کاهش وزن خشک ساقه اثر معنی داری داشت. اثر متقابل سه جانبه قطع آبیاری، مصرف پتاسیم و مصرف خاکی عناصر کم مصرف وزن خشک برگ را ۲۰٪ و پرولین را ۰/۳۴٪ به طور معنی داری افزایش داد، ولی در شرایط قطع آبیاری و مصرف پتاسیم، عدم مصرف عناصر کم مصرف ۸٪ محتوای آب نسبی سلول را نسبت به محلول‌پاشی عناصر کم مصرف افزایش داد. بنابراین در شرایط تنش خشکی، مصرف پتاسیم همراه با عناصر کم مصرف با تاثیرگذاری در شاخص‌های رشد باعث بهبود صفات مذکور گشته که تحت چنین شرایطی مصرف این عناصر برای کشت ذرت علوفه‌ای در منطقه توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: پتاسیم، تنش خشکی، ذرت علوفه‌ای و عناصر کم مصرف

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۳۰

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۱۶

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، خوی، ایران (نویسنده مسئول).

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

۳- مربی دانشگاه پیام نور، واحد ارومیه.

## مقدمه و بررسی منابع علمی

ذرت یک گیاه علوفه‌ای با عملکرد ماده خشک بالا است که از آن می‌توان به عنوان سیلو جهت تغذیه دام استفاده کرد. خصوصیات تغذیه‌ای و علوفه‌ای در این گیاه در حد مطلوبی قرار داشته و نیز مقدار پروتئین بالای ذرت در افزایش اهمیت این گیاه علوفه‌ای تاثیرگذار می‌باشد (Curra and Push, 2000). خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی می‌باشد که تولید محصولات کشاورزی و بازده استفاده از اراضی خشک و نیمه‌خشک را کاهش می‌دهد (Taiz and Zaiger, 2002). نقش عناصر غذایی زمانی در تغذیه گیاه به خوبی نمایان می‌شود که سایر عناصر مورد نیاز گیاه به صورت متعادل در اختیار گیاه قرار گیرد. از سوی دیگر عناصر غذایی کم‌مصرف باعث افزایش مقاومت گیاه به برخی آفات و بیماریها و تنش‌های محیطی می‌گردد (Kholdbrin and Eslamzadeh, 2006).

هاگ و همکاران (Hugh et al., 2003) با اعمال تنش خشکی روی ذرت نشان دادند که عملکرد بیولوژیک به طور معنی‌داری نسبت به حالت بدون تنش کاهش یافت. بر اساس گزارش کاکر (Caker, 2004) سطح برگ ذرت با اعمال تنش رطوبتی طی مرحله زایشی کاهش می‌یابد. حسن‌زاده مقدم و افشار (Hasanzadeh Moghadam and Afshar, 2006) در تحقیق بر روی ذرت‌های هیبرید ۷۰۴ و ۷۰۰ اثر معنی‌دار تنش رطوبتی را بر کاهش طول بلال و قطر بلال گزارش دادند. آتیا (Atteya, 2003) طی آزمایشی

با ایجاد شرایط تنش در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی ذرت نشان داد که تنش تاثیر معنی‌داری را بر روی محتوای آب نسبی سلول داشته و مرحله ظهور تاسل حساسیت بیشتری نسبت به سایر مراحل زایشی در مقابل کم آبی دارد. محمدخانی و حیدری (Mohammad Khani and Heidari, 2008) نشان دادند که مقدار پرولین در ریشه و اندام هوایی دو رقم ذرت ۷۰۴ و ۳۰۱ بعد از اعمال تنش ناشی از پلی اتیلن گلیکول به طور معنی‌داری افزایش یافت. قهفرخی و همکاران (Ghahfarohki et al., 2004) دریافتند که صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، قطر بلال و طول بلال در اثر تنش خشکی در مراحل رشد رویشی و گلدهی تحت تاثیر قرار گرفتند. خلیلی محله و همکاران (Khalili Mahalle et al., 2004) طی آزمایشی با بررسی اثرات محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت ۷۰۴ به این نتیجه رسیدند که مصرف توام کودهای منگنز، روی و آهن باعث تولید بیشتر دانه در بلال، ارتفاع بوته، قطر بلال، ارتفاع بلال از سطح زمین و طول بلال شد. رحیمی و مظاهری (Rahimi and Mazaheri, 2008) در دانشگاه آزاد یاسوج طی آزمایشی واکنش مورفولوژیکی و عملکرد ذرت نسبت به ترکیبات شیمیایی آهن و مس را بررسی کرده و بیان نمودند که اثر محلول‌پاشی عناصر فوق در ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، طول بلال، قطر بلال و پروتئین دانه معنی‌دار بود. لبلانس و همکاران (Leblanc et al., 1997) بیان نمودند که کاربرد

ب: مصرف کود پتاسیم به عنوان فاکتور فرعی شامل:  $b_1$ : عدم مصرف پتاسیم،  $b_2$ : مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم.

ج: مخلوط کودهای کم مصرف آهن، منگنز و روی به عنوان فاکتور فرعی - فرعی شامل:  $c_1$ : عدم مصرف،  $c_2$ : مصرف خاکی و  $c_3$ : محلول پاشی.

بذر مورد استفاده، هیبرید سینگل کراس ۷۰۴، از شرکت دشت کبودان تحت نظارت وزارت جهاد کشاورزی تهیه شده و به صورت خشک کاری در ۱۲ تیر ماه سال ۱۳۸۹ با دست کشت شد. فاصله بوته ها از هم ۲۵ سانتی متر و فاصله ردیف ها ۵۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. کودهایی مورد استفاده در این آزمایش عبارت بودند از:

۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره به عنوان کود پایه در دو مرحله هم زمان با رشد رویشی (زمان پنج تا شش برگی) و زمان ظهور تاسل. پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت مصرف خاکی و در زمان کاشت، سولفات آهن، سولفات منگنز و سولفات روی به ترتیب به مقدار ۱۰۰، ۱۰۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار به صورت مصرف خاکی و با غلظت پنج در هزار به صورت محلول پاشی، استفاده شدند.

مصرف خاکی عناصر کم مصرف هم زمان با کاشت و محلول پاشی این عناصر در دو مرحله قبل از ظهور تاسل و در زمان دانه بندی صورت گرفت. طبق نتایج آزمایشات خاک شناسی نیازی به مصرف

روی به صورت برگ پاشی یا مصرف خاکی تاثیر معنی داری در افزایش عملکرد ذرت داشت. هدف از این آزمایش بررسی تاثیر مصرف پتاسیم و عناصر کم مصرف آهن، روی و منگنز تحت شرایط تنش خشکی بر شاخص های رشد و عملکرد ذرت علوفه ای ۷۰۴ بود.

## مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹ به صورت کشت دوم و با هدف تولید علوفه در روستای ساری بگلو از توابع شهرستان ارومیه با ارتفاع ۱۳۲۳ متر از سطح دریا با طول جغرافیایی ۳۷ درجه، ۴۱ دقیقه و ۲۷ ثانیه شمالی و عرض جغرافیایی ۴۵ درجه، ۸ دقیقه و ۳۳ ثانیه شرقی اجرا شده است. آب و هوای منطقه خشک و نیمه خشک و میانگین بارندگی سالیانه ۳۰۰ میلی متر، میانگین کمترین دمای هوا ۱۷- درجه سانتی گراد و میانگین بیشترین دمای هوای منطقه ۳۵ درجه سانتی گراد می باشد. جدول شماره یک مشخصات خاک شناسی محل اجرای طرح را نشان می دهد. آزمایش به صورت طرح کرت های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد و فاکتورهای آزمایش به ترتیب شامل موارد زیر بودند: الف: تنش خشکی به صورت قطع آبیاری به عنوان فاکتور اصلی شامل:  $a_1$ : آبیاری کامل،  $a_2$ : قطع آبیاری در دو مرحله: قبل از ظهور تاسل در مرحله رویشی و در زمان پرشدن دانه.

می‌باشد. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه واریانس و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

### نتایج و بحث

**ارتفاع بوته:** اثر متقابل پتاسیم × عناصر کم‌مصرف و پتاسیم × قطع آبیاری بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). ارتفاع بوته در شرایط تنش رطوبتی ۱۱٪ نسبت به شرایط بدون تنش کاهش یافته است (جدول ۳). مصرف پتاسیم در تیمارهای تحت تنش خشکی ۱۰٪ افزایش ارتفاع گیاه را در باعث شده است. تاثیر کاربرد توام عناصر کم‌مصرف و پتاسیم در افزایش ارتفاع گیاه موثر بود، خصوصا اگر عناصر کم‌مصرف به صورت خاکی مصرف شده باشند (جدول ۴). کمبود روی باعث کوتاه شدن طول میان‌گره‌ها و در نتیجه کاهش ارتفاع گیاه می‌گردد (Foth and Ellis, 1999). سه و زموره (Sah and Zamora, 2005) نیز در تحقیقات خود کاهش ارتفاع گیاه را با اعمال تنش خشکی بیان نمودند.

**عملکرد علوفه تازه:** قطع آبیاری بر مقدار عملکرد علوفه تازه تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). با اعمال تنش عملکرد علوفه تازه ۱۳٪ کاهش یافت (جدول ۳). کامپوس و همکاران (Campose et al., 2004) طی آزمایشی کاهش در عملکرد علوفه تازه را تحت شرایط تنش خشکی نشان دادند.

فسفر در این طرح نبود. صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش از روی پنج بوته انتخاب شده از هر کرت به شرح زیر می‌باشند:

- ۱- ارتفاع ساقه: بر حسب سانتی‌متر گزارش گردید.
- ۲- عملکرد علوفه تازه: با نمونه‌برداری و اندازه‌گیری وزن تازه کل بوته‌ها بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.
- ۳- وزن خشک ساقه و برگ: میانگین وزن خشک اندام‌ها در آون به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد برای اندام‌ها به طور جداگانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شده است.
- ۴- عملکرد بیولوژیک: با خشک کردن کل بوته‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در ۷۲ ساعت و بر حسب کیلوگرم در هکتار به دست آمده است.
- ۵- سطح برگ پرچم: طول پهنک و عریض‌ترین بخش پهنک برگ رو به روی بلال‌ها اندازه‌گیری و میانگین گرفته و از فرمول زیر جهت محاسبه سطح برگ بر حسب سانتی‌متر مربع استفاده شد.

$$0.75 \times \text{طول} \times \text{عرض} = \text{سطح برگ}$$

- ۶- طول بلال: بر حسب سانتی‌متر گزارش شد.
- ۷- قطر بلال: توسط کولیس اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها بر حسب سانتی‌متر گزارش شد.
- ۸- پرولین: با استفاده از روش باتس و همکاران (۱۹۷۳) اندازه‌گیری شد.
- ۹- محتوای آب نسبی سلول (RWC): با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$RWC = (F.W - D.W) / (T.W - D.W) \times 100$$

در رابطه مذکور TW, D.W, F.W به ترتیب بیانگر وزن تازه، وزن خشک و وزن آماس کامل برگ

بود و باعث افزایش وزن خشک برگ شد (جدول ۵). گوپتا و همکاران (Gupta et al., 1996) گزارش داده‌اند که عنصر روی مقدار ماده خشک ذرت را افزایش می‌دهد.

**عملکرد بیولوژیک:** کلیه اثرات متقابل دو جانبه بر عملکرد بیولوژیک تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). مصرف پتاسیم به همراه قطع آبیاری و نیز کاربرد خاکی عناصر کم‌مصرف به همراه قطع آبیاری افزایش این شاخص را در پی داشت. همراه با کوددهی پتاسیم و کاربرد خاکی عناصر کم‌مصرف افزایش عملکرد بیولوژیک صورت گرفت (جدول ۴). سپهری و همکاران (Sepehri et al., 2002) نیز کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک را با اعمال تنش رطوبتی طی دوران رشد رویشی ذرت گزارش دادند.

**سطح برگ پرچم:** قطع آبیاری و نیز اثر متقابل قطع آبیاری  $\times$  عناصر کم مصرف بر روی سطح برگ ذرت معنی‌دار شد (جدول ۲). تنش اعمال شده باعث کاهش ۱۰٪ سطح برگ پرچم شد (جدول ۳). اثر متقابل تنش خشکی  $\times$  محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بیشترین تاثیر را در افزایش سطح برگ داشت (جدول ۴). فرآیندهای توسعه برگ متاثر از هر گونه کمبود آب می‌باشد بنابراین اگر چه تاثیر آب اثر کمی در توسعه و ظهور برگ دارد لکن به طور قابل توجهی کل سطح برگ را از طریق کاهش توسعه و افزایش پیری برگ کاهش می‌دهد (Caker, 2004). تنش رطوبتی بر بسیاری از فرآیندهای گیاهی مانند فتوسنتز، توسعه و تقسیم

**وزن خشک ساقه:** اثرات متقابل قطع آبیاری  $\times$  پتاسیم، قطع آبیاری  $\times$  عناصر کم‌مصرف و پتاسیم  $\times$  عناصر کم مصرف بر وزن خشک ساقه معنی‌دار شد (جدول ۲). تحت شرایط تنش خشکی وزن خشک ساقه حدود ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت و با مصرف پتاسیم مقدار این کاهش ۵۰٪ تقلیل یافت (جدول ۳). با محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف اثر تنش تا حدی جبران شده و مقدار وزن خشک ساقه افزایش یافت. مصرف خاکی عناصر کم‌مصرف به همراه پتاسیم در افزایش این شاخص موثر بود (جدول ۴). چیمنتی و همکاران (Chimenti et al., 1997) گزارش دادند که اعمال تنش ۲۰ روز قبل از گلدهی در ذرت در کاهش ماده خشک و عملکرد ذرت تاثیرگذار بود. کمبود آب از طریق کوتاه کردن رشد موثر ساقه کاهش سنتز مواد فتوسنتزی و در نتیجه کاهش انتقال این مواد باعث تجمع کمتر این مواد در ساقه می‌گردد (Nesmith and Fritch, 1992).

**وزن خشک برگ:** اثر متقابل سه فاکتور آزمایشی بر روی وزن خشک برگ معنی‌داری بود (جدول ۲). اعمال تنش باعث کاهش حدود ۴۳۰ کیلوگرم در هکتار در وزن خشک برگ شده ولی با مصرف پتاسیم مقدار این کاهش تا ۵۰٪ کاهش یافت (جدول ۳). محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف به همراه قطع آبیاری اثرات کاهش وزن خشک برگ را تا حدودی جبران و وزن خشک برگ را افزایش داد (جدول ۴). محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در شرایط قطع آبیاری و عدم مصرف پتاسیم موثرتر

باعث شد و مصرف خاکی عناصر کم مصرف در شرایط اعمال تنش قطر بلال را افزایش داد (جدول ۴). ساجدی و همکاران (Sajedi et al, 2009) طی آزمایشی افزایش قطر بلال را با استفاده از عناصر کم مصرف آهن، روی و نیتروژن گزارش دادند.

**پرولین:** اثر متقابل هر سه فاکتور آزمایشی بر روی مقدار پرولین ذرت معنی داری شد (جدول ۲). اعمال تنش خشکی و مصرف پتاسیم افزایش معنی دار ولی عدم مصرف عناصر کم مصرف افزایش معنی دار مقدار پرولین را در برگها نشان می دهد (جدول ۳). افزایش مقدار پرولین با مصرف پتاسیم همراه با قطع آبیاری در نتایج به دست آمد (جدول ۴). افزایش این شاخص با مصرف خاکی عناصر کم مصرف همزمان با قطع آبیاری و مصرف پتاسیم مشاهده شد (جدول ۵). محمدخانی و حیدری (Mohammad Khani and Heidari, 2008) افزایش مقدار پرولین را بعد از اعمال تنش گزارش دادند.

**محتوای آب نسبی (RWC):** تاثیر متقابل هر سه فاکتور آزمایشی بر روی محتوای آب نسبی معنی دار شد (جدول ۲). مصرف خاکی عناصر کم مصرف باعث کاهش بیشتر این شاخص شد (جدول ۳). عدم مصرف عناصر کم مصرف به همراه مصرف پتاسیم در شرایط قطع آبیاری افزایش مقدار محتوای آب نسبی را باعث شد (جدول ۵). سیدیکو و همکاران (Siddique et al., 2000) کاهش محتوای نسبی آب سلول را با اعمال تنش گزارش دادند.

سلولی و تجمع و انتقال مواد غذایی در گیاه موثر است (Boyer and Mcpherson, 1998). سه و زموره (Sah and Zamora, 2005) گزارش دادند که کلیه تیمارهای تحت تنش کاهش در سطح برگ بلال را نشان می دهند.

**طول بلال:** کلیه اثرات متقابل دو جانبه بر طول بلال تاثیر معنی داری داشت (جدول ۲). مصرف پتاسیم در شرایط قطع آبیاری ۶٪ نسبت به حالت عدم مصرف پتاسیم افزایش طول بلال را باعث شد (جدول ۳). محلول پاشی عناصر کم مصرف در شرایط قطع آبیاری بیشترین طول بلال را باعث شد. همچنین کاربرد خاکی عناصر کم مصرف توام با مصرف پتاسیم در افزایش طول بلال تاثیرگذار بود (جدول ۴). استانبول اوغلو و همکاران (Istanbulluoglu et al., 2002) بر اساس تحقیقاتی بیان نمودند که تنش رطوبتی طی مراحل رویشی و زایشی در کاهش طول بلال ذرت موثر می باشد. خلیلی محله و همکاران (Khalili Mahalle et al., 2004) نیز بیان نمودند که مصرف توام آهن، منگنز و روی در افزایش طول بلال موثر می باشد.

**قطر بلال:** مصرف پتاسیم، اثر متقابل پتاسیم × قطع آبیاری، مصرف عناصر کم مصرف و اثر متقابل عناصر کم مصرف × قطع آبیاری تاثیر معنی داری بر قطر بلال داشت (جدول ۲). مصرف پتاسیم و مصرف خاکی عناصر کم مصرف باعث افزایش قطر بلال شد (جدول ۳). مصرف پتاسیم در شرایط تحت تنش رطوبتی افزایش قطر بلال را

جدول ۱- مشخصات خاک شناسی محل اجرای طرح

Table 1- shows the physicochemical characteristics of soil

ppm						%									
Fe	Mn	Cu	Zn	K <sub>ava.</sub>	P <sub>ava.</sub>	texture	Sand	Silt	Clay	T.N.V	S.P	O.C	T.N	pH	EC (ds/m)
4.5	3.7	2.9	1.7	434	28.4	Lome	17	26	57	16.1	54	1.19	0.12	8.04	0.68

جدول ۲ - تجزیه واریانس خصوصیات کمی و کیفی ذرت

Table 2- Result of analysis variance on studid charactristics in corn Mean squire

S.OV	d.f	Mean Square									
		Plant height	Fresh forage	Stalk biomass	Leaf biomass	Biomass	Flag leaf area	Maize lenght	Maize Diameter	Prolin	RWC
Replication	2	131.672 <sup>ns</sup>	282235291.4 <sup>ns</sup>	735558.8 <sup>ns</sup>	167046.1 <sup>ns</sup>	1794766.4	1810.8 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	5.9 <sup>ns</sup>
Irrigation	1	5372.9**	1197321472.1*	29579095.1*	1669694.7*	8580993.7 <sup>ns</sup>	40434.5**	20.25**	0.26 <sup>ns</sup>	20.49**	97.3 <sup>ns</sup>
Error 1	2	7.9	22350260.1	317735.5	40250.4	855670.8	230.7	0.09	0.07	0.01	24.7
potassium	1	1456.7**	77833565.4 <sup>ns</sup>	2936653.5*	166600.1 <sup>ns</sup>	205119684**	943.6 <sup>ns</sup>	0.75**	0.90**	0.12**	68 <sup>ns</sup>
Irrigation*potassium	1	463.7*	6320196 <sup>ns</sup>	1734489*	260270.1 <sup>ns</sup>	72431447.1**	1856.2 <sup>ns</sup>	7.84**	0.72**	0.018**	213.5*
Error 2	4	4.9	14315968.1	15350.8	95112.7	953323.5	1372	0.02	0.01	0.01	15.1
micronutrients	2	132.3*	3247202.1 <sup>ns</sup>	2934997.1**	11760.8 <sup>ns</sup>	39986626.8**	3005.9 <sup>ns</sup>	1.64*	0.27*	0.02**	81.5*
Irrigation* micronutrients	2	4.3 <sup>ns</sup>	1308417.2 <sup>ns</sup>	1454602.1*	237300.2**	29785179.8**	14292.8**	1.44*	0.25*	0.03 <sup>ns</sup>	23.5 <sup>ns</sup>
Potassium*micronutrients	2	169.9**	5282605.5 <sup>ns</sup>	2011439.4**	72728.9 <sup>ns</sup>	10866638.2**	296.6 <sup>ns</sup>	1.15*	0.51 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	295.3**
Irrigation*potassium* micronutrients	2	62.6 <sup>ns</sup>	9867891.1 <sup>ns</sup>	793768.6 <sup>ns</sup>	72728.9**	2587313.1 <sup>ns</sup>	1417.4 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.02**	216.1**
Error 3	16	21.9	39733164.5	259214.1	27340.2	876566.4	1501.6	0.24	0.06	0.01	20.5
%C.V	-	2.18	7.69	8.25	6.74	6.63	6.05	2.47	5.42	0.03	5.65

\*، \*\* و ns به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و غیر معنی دار بودن را نشان می دهد.





جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی صفات

Table 3- Mean comparisons of main intractions on studid characteristics in corn

factors	Plant height (cm)	Fresh firage (kg/ha)	Stalk biomass (kg/ha)	Leaf biomass (kg/ha)	Biomass (kg/ha)	Flag leaf area (cm <sup>2</sup> )	Maize lenght (cm)	Maize Diameter (cm)	Prolin (mg/F.W)	RWC (%)
<b>drought stress</b>										
T1	222.6	87874	7078	2669	13630	673.7	22.3	4.93	99.93	81.70
T2	202.2	76250	5265	2238	14606	606.7	20.8	4.76	100.46	78.41
<b>potassium</b>										
K1	208.1	80547	6457	2522	11731	635.1	21.4	4.69	100.14	78.68
K2	220.8	8349	5886	2386	16505	645.3	21.7	5.01	100.26	81.43
<b>micronutrients</b>										
M1	211.6b	82589	5665b	2480	12779c	639.3	21.1b	4.68b	100.24a	82.36a
M2	218.1a	81890	6197ab	2463	16197a	624.8	21.9a	4.97a	100.20b	77.23b
M3	213.6b	81572	6652a	2419	13377b	656.5	21.7a	4.90ab	100.16c	80.58ab

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات دو جانبه صفات

Table 4- Mean comparisons of two factors intractions on studid characteristics in corn

factors	Plant height (cm)	√Fresh firage (kg/ha)	Stalk biomass (kg/ha)	Leaf biomass (kg/ha)	Biomass (kg/ha)	Flag leaf area (cm <sup>2</sup> )	Maize lenght (cm)	Maize Diameter (cm)	Prolin (mg/F.W)	RWC (%)
<b>drought stress*potassium</b>										
T1 * K1	223.9a	85895	7583a	2822	9825c	675.8	22.6a	4.92a	99.95c	82.76a
T1 * K2	229.4a	89673	6573b	2516	17435a	671.7	22b	4.95a	99.92c	80.64a
T2 * K1	192.3c	75198	5331c	2221	13637b	594.4	20.2d	4.46b	100.33b	74.60b
T2 * K2	212.2b	77301	5199c	2255	15575ab	619	21.4c	5.05a	100.59a	82.22a
<b>drought stress*micronutrients</b>										
T1 * M1	224.3	88289	6904b	2699ab	13356c	702.6a	21.7bc	4.93a	99.96	83084
T1 * M2	230.5	87365	6742b	2816a	16455a	666.5a	23a	4.95a	99.93	77.56
T1 * M3	225.2	87697	7586a	2492bc	11079e	652.1a	22.2b	4.93a	99.91	83.69
T2 * M1	198.9	76889	4424d	2260cd	12203d	576.1b	20.6d	4.43b	100.52	80.88
T2 * M2	205.7	76415	5652c	2108d	15940b	583.2b	20.7d	5a	100.46	76.89
T2 * M3	202.1	75446	5718c	2346cd	15675b	660.8a	21.1cd	4.86a	100.40	77.64
<b>Potassium*micronutrients</b>										
K1 * M1	208.6c	81668	6038bc	2506	9637e	663.8	20.6b	4.48	100.17	84a
K1 * M2	207.7c	79682	6036bc	2482	14879c	624.9	21.9a	4.78	100.13	70.13b
K1 * M3	208c	80289	7296a	2577	10677d	646.6	21.7a	4.81	100.11	81.91a
K2 * M1	214.6bc	83510	5290c	2453	15923b	644.9	21.6a	4.83	100.31	80.71a
K2 * M2	228.5a	84098	6376b	2443	17516a	624.8	21.8a	5.16	100.26	84.33a
K2 * M3	219.3b	82854	6009bc	2261	16073b	666.3	21.7a	4.98	100.20	79.25a



جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات سه جانبه صفات

Table 5- Mean comparisons of three factors intractions on studid charactristics in corn

factors	Plant height (cm)	Fresh firage (kg/ha)	Stalk biomass (kg/ha)	Leaf biomass (kg/ha)	Biomass (kg/ha)	Flag leaf area (cm <sup>2</sup> )	Maize lenght (cm)	Maize Diameter (cm)	Prolin (mg/F.W)	RWC (%)
<b>drought stress</b>										
<b>*potassium*micronurients</b>										
T1 * K1 * M1	222.7	86038	7220	2768ab	8431	696.5	21.7	4.93	99.92fg	92.09a
T1 * K1 * M2	226	85641	7031	3099a	14241	686.2	23.6	4.90	99.97ef	68058d
T1 * K1 * M3	223	86004	8497	2598bc	6803	644.7	22.6	4.93	99.95ef	87.61ab
T1 * K2 * M1	225.9	90540	6588	2629bc	18281	708.6	21.7	4.93	100.01e	75.59bcd
T1 * K2 * M2	235	89089	6454	2533bcd	1869	646.9	22.4	5	99.89fg	86.54ab
T1 * K2 * M3	227.4	89390	6675	2385bcd	15355	659.5	21.8	4.93	99.87g	79.78bcd
T2 * K1 * M1	194.5	77297	4856	2244cde	10843	571.1	19.6	4.03	100.43c	75.92bcd
T2 * K1 * M2	189.3	73723	5042	1865e	15517	563.6	20.3	4.66	100.28d	71.67cd
T2 * K1 * M3	193	74574	6094	2555bcd	14553	648.5	20.7	4.70	100.28d	76.21bcd
T2 * K2 * M1	203.3	76480	3992	2277cde	13564	581.1	21.6	4.83	100.61a	85.84ab
T2 * K2 * M2	222	79106	6262	2352bcd	16363	602.8	21.2	5.33	100.64a	82.11abc
T2 * K2 * M3	211.2	76318	5341	2137de	16797	673.2	21.5	5.03	100.53b	78.71bcd

لازم به ذکر است که در تمامی جداول نمادها به شکل زیر تعریف شده اند:

T1: شرایط آبیاری کامل

K1: شرایط بدون مصرف پتاسیم

M1: شرایط بدون مصرف

عناصر کم مصرف

T2: شرایط قطع آبیاری

K2: شرایط مصرف پتاسیم

M2: شرایط مصرف خاکی

عناصر کم مصرف

M3: شرایط محلول پاشی

عناصر کم مصرف

## References

## منابع مورد استفاده

- ✓ Atteya. A. M. 2003. Alternation of water relation and yield of corn genotypes in response to drought stress. *Journal of Plant Physiology*. 29: 63- 76.
- ✓ Bates, L. S., R. P. Walodron, and I. D. Tears. 1973. Rapid determination of free prolin for water stress studies. *Plant Soil*. 39: 205- 208.
- ✓ Boyer, J. S., and H. G. Mcpherson. 1998. Physiology water deficit in cereal crops. *Agronomy Journal*. 27: 1- 23.
- ✓ Caker. R. 2004. Effect of water stress at different development stage on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crop Research*. 89 (1): 1- 16.
- ✓ Campose, H., M. Cooper., J. E. Habben, and J. R. Sehossler. 2004. Improving drought tolerance in maize: A view from industry. *Field Crop Research*. 89: 1- 16.
- ✓ Chimenti, C. A., J. Catagallo, and E. Guevara. 1997. Osmotic adjustment in maize: Genetic variation and association with water uptake developing drought and N tolerant maize. Mexico, DF (Mexico). Cimmyt. (Abstract 1997).
- ✓ Curran, B., and J. Posch. 2000. Agronomic management of silage for yield and quality: Silage cutting height. *Crop Insights* 10 (2). Pioneer Hi-Bred International INC. Available at: <http://www.Pioneer.com/usa/crop-management/corn/silage-mgt-studies.htm>.
- ✓ Foth, H. D., and B. G. Ellis. 1999. *Soil Fertility*. 2nd edition. Lewis publishers CRC press, Dept. MLCHIGON. 290 Pp.
- ✓ Ghahfarokhi, A. R., N. Khodabandeh., A. Ahmadi, and A. Bankehsaz. 2004. Study of effect of drought stress in different growth stage on yield, yield components and quality of grain maize. Abstracts of the 8<sup>th</sup> Iranian Congress of Crop Science. College of Agriculture, University of Guilan, Rasht. Pp: 239. (In Persian)
- ✓ Gupta, A. P., R. S. Antil, and V. K. Gupta. 1996. Effect of pressmud and zinc on the yield and uptake of zinc and nitrogen by corn. *Journal of Indian Science*. 34: 810- 814.
- ✓ Hasanzadeh Moghadam, H., and V. H. Afshar. 2006. Effects of different ways of low irrigation on grain yield, yield components and water use efficiency on two corn hybrids. Abstracts of 9<sup>th</sup> Iranian Congress of Crop and Plant Improvement. 630 Pp. (In Persian)
- ✓ Hugh, J., P. Earl, and F. Davis. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation efficiency and yield of maize. *Agronomy Journal*. 95: 688- 696.
- ✓ Istanbuluoglu, A., I. Kocaman, and F. Louncu. 2002. Water use production relationship of maize under Tekriday conditions in turkey. *Pakistan Journal of Biological Science*. 5 (3): 287- 291.
- ✓ Khalili Mahalle, J., M. Tajbakhsh, and S. Rezaдост. 2004. Effect of foliar application of micronutrients on quality and quantity of yield of forage espid fid corn on second plant condition in Khoy. Report of Investigation Project. Islamic Azad University of Khoy. (In Persian)
- ✓ Khold Barin, B., and T. Eslamzade. 2006. *Mineral Nutrition of Coromophytes* (translation). Shiraz University Press. 495 Pp. (In Persian)
- ✓ Leblanc, D. V., U. C. Gupta, and B. R. Chirstie. 1997. Zinc nutrition of silage corn growth on acid potholes. *Journal of Plant Nutrition*. 20: 345- 355.
- ✓ Mohammad Khani, N., and R. Heidari. 2008. Drought – induced Accumulation of Soluble Sugar and Proline in Two Maize Varieties. *World Applied Sciences Journal*. 3 (3): 448- 453.
- ✓ Nesmith, D. S., and J. T. Fritch. 1992. Maize (*Zea Maize* L.) responses to a sever soil water deficit during grain filling. *Field Crop Research*. 29: 23- 35.

- 
- ✓ Rahimi, M., and D. Mazaheri. 2008. Morphological reaction and corn yield to chemical complex of Fe and Cu. Search and Construction. 78: 96- 100. (In Persian)
  - ✓ Sah, S. K., and O. B. Zamora. 2005. Effect of water deficit at vegetative and reproductive stages of hybrid open pollinated variety and local maize. Journal Institute Agriculture and Animal Science. 26: 37- 42.
  - ✓ Sajedi, N. A., M. R. Ardakani., A. Naderi., M. Madani, and M. Mashhadi Akbar Boojar. 2009. Response of maize to nutrients foliar application under water defficit stress conditions. American Journal of Agriculture and Biological Sciences. 4 (3): 242- 248. (In Persian)
  - ✓ Sepehri, E., E. M. Sanavi., B. Gharabaghi, and Y. Yamini. 2002. Effect of water stress and different nitrogen ratio on generation stages, yield and yield components of corn. Iranian Crop Science. 3: 184- 201. (In Persian)
  - ✓ Siddique, M. R. B., A. Hamid, and M. S. Islam. 2000. Drought stress effect on water relation of wheat. Botony Bulletin Academic Sinence. 41 (1): 35- 39.
  - ✓ Taize, L., and E. Zaiger. 2002. Plant Physiology. 3rd edition. 751 Pp.