نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۴، ص. ۳۳-۲۴

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 1, Spring. 2015, p. 24-33

# اثرات سطوح آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، کنجد و چغندرقند در شرایط آب و هوایی مشهد

رضا حیدری پور[۱]- مهدی نصیری محلاتی[۲*]-علیرضا کوچکی[۳]- احمد زارع فیض آبادی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۵/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۱۸

## چکیده

مدیریت نا مناسب نیتروژن و آب، یکی از اصلی ترین عوامل در عدم بهره وری مناسب از این منابع مهم، در اغلب گیاهان زراعی می‌باشد. این تحقیق در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸در سه آزمایش جداگانه بر روی ذرت، کنجد و چغندرقند بصورت کرت‌های خرد شده نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. کرت‌های اصلی و نواری به ترتیب شامل ۳ سطح آبیاری (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی هر گونه) و چهار سطح نیتروژن (صفر، ۵۰ ، ۱۰۰ و ۱۵۰کیلو گرم در هکتار) بود. نتایج نشان داد که اثر سطوح آبیاری بر عملکرد بیولوژیک ذرت و تعداد دانه در بلال و اثر متقابل آب و نیتروژن بر ارتفاع بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه ذرت معنی‌دار بود. سطوح بالای نیتروژن در شرایط تنش ملایم باعث افزایش وزن صد دانه ذرت شد. در شرایط ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی، به ترتیب بیشترین عملکرد دانه ذرت در سطح صفر و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن معادل ۹/۴۱ و ۴/۹۳ تن در هکتار بدست آمد. اثر آبیاری بر ارتفاع بوته و اثر متقابل آب و نیتروژن بر وزن هزار دانه کنجد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه کنجد (۱/۲۲ تن در هکتار) در شرایط عدم تنش و با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد. با تامین ۷۵ درصد نیاز آبی، بیشترین عملکرد کنجد در سطح ۵۰ کیلوگرم نیتروژن (۸۲۰ کیلو گرم در هکتار) به دست آمد. در سطح ۲۵ درصد تنش آب یا ۷۵ درصد نیاز آبی، با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن ، عملکرد ریشه چغندرقند، ۵۸/۳۷ تن در هکتار بود. مدیریت مناسب نیتروژن در خاک می تواند به عنوان یک راهکار در بهبود مدیریت مصرف آب در کشاورزی مورد توجه قرار گیرد.

**واژه های کلیدی:** تنش رطوبتی، کم آبیاری، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، نیاز آبی

## مقدمه

فراهمی آب یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. لذا بروز تنش خشکی می‌تواند از طریق تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بر رشد این گیاهان تاثیر گذار باشد. البته میزان تاثیر تنش خشکی بر گیاهان در ارتباط مستقیم با شدت و زمان بروز تنش می باشد (۶ ).

علاوه بر تنش خشکی مصرف نیتروژن نیز می‌تواند رشد و نمو گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار دهد. در این ارتباط نه تنها مقدار نیتروژن، بلکه زمان تامین این عنصر برای گیاهان نیز می‌تواند تاثیر مستقیمی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه داشته باشد (۶).

بدین ترتیب مدیریت نامناسب نیتروژن در کنار آبیاری، یکی از عوامل اصلی در کاهش عملکرد گیاهان زراعی دانه‌ای محسوب می شود (۲۷). در این ارتباط، اسبورن و همکاران (۲۸) به تاثیر مثبت مصرف نیتروژن در افزایش معنی‌دار وزن و تعداد دانه در بلال و نیز عملکرد دانه ذرت *(Zea mays)* اشاره کردند. در شرایطی که آب کافی در دسترس نباشد، مدیریت غیر اصولی می‌تواند منجر به از دست رفتن منابع مهم شامل آب و نیتروژن و در نتیجه کاهش کارآیی مصرف این منابع شود. بنابراین با توجه به اینکه کمبود آب، جذب عناصرغذایی بویژه نیتروژن را تحت تاثیر قرار می دهد، لذا مصرف متعادل نیتروژن در کنار فراهمی رطوبت در خاک ضروری به نظر می رسد (۹).

نیتروژن در گیاهان ریشه‌ایی مانند چغندرقند، از مهم ترین عناصر مورد نیاز بوده که بیش از سایر عناصر، رشد و نمو گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با توجه به اینکه مصرف مقادیر زیاد نیتروژن در خاک موجب افزایش ناخالصی‌های ریشه و کاهش قند استحصالی در چغندر قند (*Beta vulgaris*) می شود، مدیریت صحیح این عنصر می‌تواند نقش موثری در بهبود عملکرد کمی و کیفی این گیاه داشته باشد

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادان گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email:nassiri20@yahoo.com)
۴- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی

(۱۷). بروز تنش ملایم رطوبتی نقشی موثر در افزایش عیارقند در ریشه‌های چغندرقند دارد (۱۶). با توجه به آنکه چغندرقند در اواخر فصل رشد مقاومت نسبی به تنش رطوبتی نشان می‌دهد، لذا اجرای مدیریت صحیح و اصولی آبیاری و کار برد نیتروژن بویژه در مراحل پایانی فصل رشد نقش بسیار موثری در افزایش عملکرد کمی و کیفی این گیاه دارد. (۲۰). بر این اساس، مصرف صحیح نیتروژن به همراه آبیاری، از عوامل موثر در بهبود عملکرد چغندرقند می‌باشد (۸).

در کنجد (*Sesamum indicum*) نیز نظیر ذرت و چغندرقند، رشد و عملکرد دانه تحت تاثیر میزان نیتروژن قرار دارد. سین هاروی و همکاران (۳۱) ضمن بررسی تاثیر نیتروژن بر کنجد گزارش کردند که کاربرد ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن به دو شکل اوره و نیترات‌آمونیوم منجر به افزایش ارتفاع و تعداد شاخه‌های اولیه در بوته کنجد شد. پاپری‌مقدم‌فرد و بحرانی (۲) مشاهده کردند که افزایش نیتروژن به طور معنی‌داری باعث افزایش ارتفاع، تعداد شاخهء جانبی، تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه و بیولوژیک کنجد شد. این محققین همچنین گزارش کردند که کاربرد نیتروژن تاثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد کمی و کیفی کنجد داشت. با توجه به آنکه کنجد در نواحی خشک و نیمه خشک مانند ایران پس از گیاهانی مثل گندم کشت می‌شود ، از اینرو جهت توسعه این گیاه تعیین الگوی مصرف آب به منظور تخمین نیاز آبی برای مدیریت برنامه‌های آبیاری در کنار مصرف مناسب نیتروژن ضروری می‌باشد (۲۹).

چغندرقند مهم‌ترین منبع تولید قند و شکر در ایران بوده و تقریباً در تمام مناطق کشور قابل کشت است (۴). این گیاه متحمل به خشکی است و در صورت کاهش آبیاری نیز می‌تواند عملکرد مطلوبی را تولید نماید (۳۴).

غلات ۶۶ درصد از ماده خشک قابل مصرف انسان را تشکیل می دهند که ۵۴ درصد از آن به گندم، برنج و ذرت اختصاص دارد (۴). ذرت به دلیل عملکرد بالابه ازای نهاده‌های مصرفی و استفاده‌های متعدد در تغذیه انسان، دام و طیور و فرآورده‌های مختلف در صنعت، مورد توجه بوده و از این رو ضرورت افزایش تولید آن در ایران کاملاً محسوس می‌باشد (۱۰ و ۱۲).

با توجه به نیاز روز افزون کشور به روغن، کنجد می‌تواند بعنوان یک گیاه صنعتی و روغنی مهم مطرح باشد (۱).کنجد به دلیل محتوای بالای روغن (۵۲-۴۷ درصد) و کیفیت مناسب (میزان کم کلسترول و وجود برخی آنتی‌اکسیدان‌ها) روغن، دانه‌های آن، نقش مهمی در سلامت انسان دارد (۲۱، ۲۲ و ۲۴).

اگرچه تحقیقاتی در خصوص اثر مصرف سطوح مختلف آب و نیتروژن برعملکرد گیاهان زراعی از جمله ذرت، کنجد و چغندرقند انجام شده است، اما در مورد اثر نیتروژن در کاهش اثرات تنش خشکی نتایج اندکی در دسترس می باشد. از این‌رو این تحقیق با هدف بررسی اثرات متقابل سطوح آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و برخی اجزای عمکرد سه گیاه مهم زراعی ذرت، کنجد و چغندرقند انجام شد.

## مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸در سه آزمایش جداگانه بر روی سه گیاه ذرت، کنجد و چغندرقند بصورت نواری (بلوک‌های خرد شده) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد.

کرت‌های عمودی و افقی هر سه آزمایش به ترتیب شامل ۳ سطح آبیاری (۵۰، ۷۵ و۱۰۰درصد نیاز آبی هر گونه) و چهار سطح نیتروژن (صفر، ۵۰ ، ۱۰۰ و ۱۵۰کیلو گرم در هکتار) بود. نیاز آبی سه گیاه چغندرقند، ذرت و کنجد با استفاده از نرم‌افزار اپتی وات[1] و از روش فائو پنمن-مانتیث برآورد شد (۱۳). میزان آب در هر دور آبیاری (۷ روزه) توسط کنتور با دقت یک لیتر و بر اساس ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی هریک از گیاهان اندازه‌گیری شد. با توجه به میانگین تبخیر و تعرق ۱۰ ساله دشت مشهد و چناران نیازآبی روزانه هر سه گیاه در طول فصل رشد به طور جداگانه تعیین و برای هر دور آبیاری محاسبه گردید. بر این اساس نیاز آبی چغندرقند، ذرت و کنجد به ترتیب ۹۰۳۰، ۷۶۵۰ و ۵۴۳۰ متر مکعب در هکتار برآورد شد. سپس میزان آب مورد نیاز برای تیمارهای آبیاری در هر نوبت آبیاری بر اساس این مقادیر نیاز آبی تعیین گردید. لازم به ذکر است، تیمارهای آبیاری پس از استقرار هر سه گونه زراعی آغاز شد، بطوریکه میزان خاکآب برای گیاهان چغندرقند و ذرت که زودتر از کنجد کاشته شدند بیشتر بود و این میزان آب (خاکآب برای هر گیاه) در محاسبات لحاظ نشده است.

فاصلهٔ بین نوارها در هر تکرار یک متر و در وسط این فاصلهٔ یک متری لوله آب آبیاری قرار داده شد. بمنظور جلوگیری از تاثیرسطوح مختلف آبیاری در کرت‌های مجاور، بین هر سطح آبیاری دو ردیف نکاشت (یک متر) و فاصله بین بلوک‌ها، سه متر در نظر گرفته شد. نیتروژن (کود اوره ۴۶٪) در سه مرحله (با فاصله زمانی یک ماهه از خرداد تا مرداد) بصورت سرک به خاک اضافه شد. آبیاری به طریق نشتی و توسط لوله و شیرهای پلی‌اتیلنی انجام شد.

کاشت هر سه گیاه چغندرقند، ذرت و کنجد بر روی شش ردیف هر کرت و بصورت دستی انجام شد. فاصله روی ردیف برای ذرت و چغندرقند ۲۰ و برای کنجد، ۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. کاشت چغندرقند (رقم فلورس منوژرم)، ذرت (رقم سینگل‌کراس704.S.C، متوسطرس، تک‌بلال،) و کنجد (توده بومی اسفراین) به ترتیب در ۲۵ فروردین، ۲۰ و ۳۰ اردیبهشت ماه انجام شد.

1 - Optiwat

جدول۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش ( عمق ۳۰- ۰ سانتیمتر)

| بافت | نیتروژن (٪) | کربن آلی (٪) | پتاسیم قابل جذب (ppm) | فسفرقابل جذب (ppm) | هدایت الکتریکی ($mmoh\ cm^{-1}$) | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|
| لومی- سیلتی | ۰/۰۹ | ۰/۲ | ۵/۷ | ۰/۳ | ۳/۷ | ۸/۴ |

گیاهچه‌های چغندرقند در مراحل سه و پنج برگی و گیاهچه‌های ذرت و کنجد به ترتیب، ۲۰ و ۱۰ روز پس از سبز شدن تنک شدند. به دلیل وقوع تگرگ (۳۱ خرداد)، عملیات واکاری در هر سه گیاه انجام شد. در طول فصل رشد گیاهان، وجین علف‌های‌هرز در چندین نوبت و به صورت دستی توسط کارگر صورت گرفت. از مرحله جوانه-زنی تا مرحله رسیدگی کامل هریک از گیاهان هیچ‌گونه آفت و بیماری متوجه گیاهان نشد. در زمان رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانهِ ذرت و ارتفاع بوته، تعداد کپسول در هر بوته، وزن هزار دانهِ کنجد، به همراه عملکرد دانه و بیولوژیک هر سه گونهء گیاهی اندازه‌گیری شد. عملیات برداشت برای ذرت، کنجد و چغندرقند به ترتیب در ۲۵ شهریور، ۱۵ مهر و ۱۵ آذر ماه انجام شد. به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار MSTAT-C ، برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزارExcel-2007 و به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) (در سطح احتمال ۵ درصد) استفاده شد.

## نتایج و بحث

### اثر سطوح مختلف نیتروژن و آبیاری بر خصوصیات رشدی و عملکرد ذرت

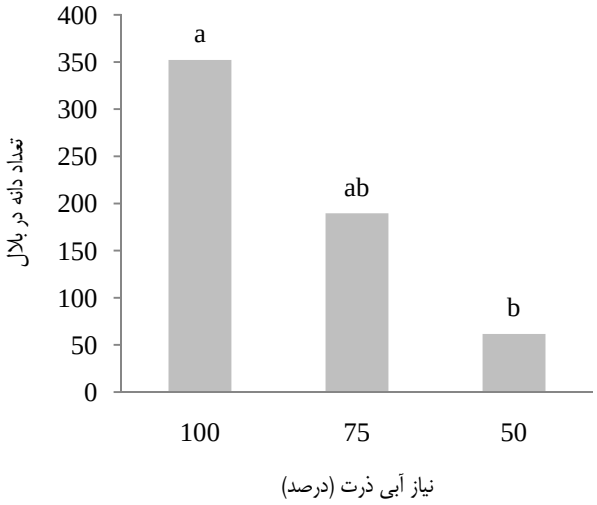
**تعداد دانه در بلال:** اثر سطوح آبیاری بر تعداد دانه در بلال ذرت در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول۲). همانطور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود در شرایط عدم تنش رطوبتی، تعداد دانه در بلال که از اصلی‌ترین اجزا عملکرد در ذرت می‌باشد در بیشترین مقدار خود یعنی ۳۵۲ دانه در هر بلال بود. درتیمار ۷۵ درصد نیاز آبی تعداد دانه در بلال با ۴۶ درصد کاهش به ۱۹۰ رسید. اما با کاهش۵۰ درصدی نیاز آبی، کاهش تعداد دانه در بلال معادل ۸۲ درصد بود. تنش آبی۵۰ درصدی به شدت ، رشد و نمو اندام‌های رویشی و زایشی ذرت را تحت تاثیر قرارداد. در این رابطه فاطمی و همکاران (۷) نیز تاثیر تنش خشکی بر کاهش تعداد دانه در بلال ذرت را گزارش کردند. این محققین همچنین علت کم شدن تعداد دانه در بلال را در ارتباط با کاهش پتانسیل آب خاک و کم شدن آب مصرفی و نیز کمتر شدن طول و قطر بلال دانستند.

داش و همکاران (۱۸) نیز نقش تعداد دانه در بلال را در بهبود عملکرد نهایی دانه ذرت را مثبت ارزیابی کردند. نتایج تحقیقات بسم الهخان و همکاران (۱۴) نشان داد که تنش‌آبی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت مانند تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه را کاهش داد. در این آزمایش، اثر سطوح نیتروژن بر تعداد دانه در بلال معنی‌دار نبود (جدول۲)، اما با افزایش میزان مصرف نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه در بلال افزایش یافت، بطوریکه بیشترین تعداد دانه در بلال (۲۳۵ دانه) با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد.

جدول۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات مورد مطالعه در ذرت تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن

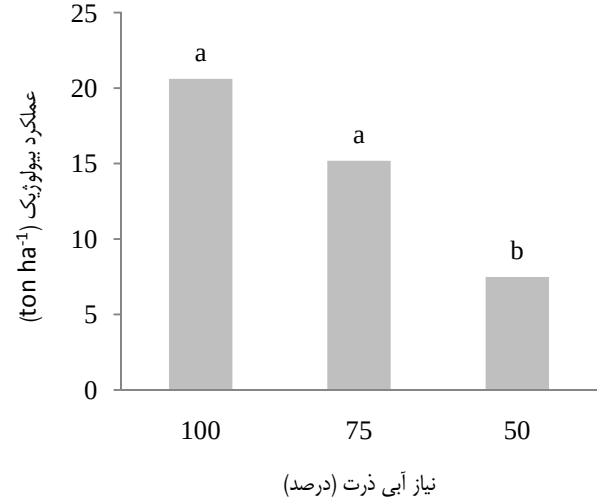
| منابع تغییر | درجه آزادی | ارتفاع بوته | تعداددانه دربلال | وزن صد دانه | عملکرد دانه | عملکرد بیولوژیک |
|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۲ | ۱۵۲/۵۰$^{ns}$ | ۱۵۴۹۰$^{ns}$ | ۱۴۰/۲۲$^{ns}$ | ۱۳/۳۹$^{ns}$ | ۲۲/۸۳$^{ns}$ |
| آبیاری | ۲ | ۸۸۱۷/۷۲$^{*}$ | ۲۵۴۳۶۱$^{*}$ | ۱۱۵/۵۰$^{ns}$ | ۲۱۲/۱۹$^{**}$ | ۵۲۱/۲۹$^{**}$ |
| خطا | ۴ | ۷۶۱/۸۰ | ۲۲۴۶۱ | ۱۲۲/۰۰ | ۶/۸۴ | ۳۰/۲۰ |
| نیتروژن | ۳ | ۲۷/۷۶$^{ns}$ | ۷۳۹۵/۸۰$^{ns}$ | ۴۰/۶۱$^{ns}$ | ۰/۵۰$^{ns}$ | ۲/۷۳$^{ns}$ |
| خطا | ۶ | ۱۳۱/۶۶ | ۳۶۸۲/۵۰ | ۱۳/۱۰ | ۰/۲۰ | ۵/۲۰ |
| نیتروژن×آبیاری | ۶ | ۱۳۱/۸۹$^{**}$ | ۶۹۰۳/۳۰$^{ns}$ | ۷۴/۵۵$^{**}$ | ۲/۳۴$^{**}$ | ۲/۸۷$^{ns}$ |
| خطا | ۱۲ | ۱۹/۳۰ | ۳۲۸۵/۶۰ | ۶/۱۹ | ۰/۱۰ | ۱/۴۴ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۲/۹۹ | ۲۶/۵۴ | ۱۰/۴۲ | ۷/۶۳ | ۸/۳۰ |

*، ** و ns- به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم تفاوت معنی دار




**شکل ۱- اثر سطوح آبیاری برتعداد دانه در بلال ذرت**

**عملکرد بیولوژیک:** اثر سطوح آبیاری بر عملکرد بیولوژیک ذرت در سطح ۱درصد معنی‌دار بود (جدول۲). در شرایط تنش ۵۰ درصد نیاز آبی، عملکرد بیولوژیک نسبت به شرایط عدم تنش (۱۰۰ درصد نیاز آبی) ۶۴ درصد کاهش یافت. در حالی که در تنش ملایم ( ۷۵ درصد نیاز آبی)، کاهش عملکرد بیولوژیک ذرت ۲۶ درصد نسبت به شرایط عدم تنش کاهش داشت. به نظر می رسد در شرایط تنش ۵۰ درصدی به دلیل کاهش شدید آب رشد سلول‌ها و در نهایت، رشد رویشی ذرت کاهش یافته‌است.




**شکل ۲- اثر سطوح آبیاری بر عملکرد بیولوژیک ذرت**

نتایج تحقیق منصوری‌فرد و همکاران (۱۱) نشان داد که تنش آبی در مرحله زایشی و رویشی موجب کاهش معنی‌دار عملکرد، اجزای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت شد. بویر و مک فرسن (۱۵) بیان داشتند که تنش رطوبتی بر بسیاری از فرایندهای گیاهی از جمله فتوسنتز ،توسعه و تقسیم سلولی و تجمع و انتقال مواد فتوسنتزی در گیاه موثر است. اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نبود (جدول ۲). هرچند مصرف ۵۰ کیلو گرم نیتروژن در هکتار منجر به افزایش در عملکرد بیولوژیک شد. از طرف دیگر علیزاده و همکاران (۶) بیان کردند که تنش خشکی و مقادیر مختلف نیتروژن در شرایط عدم تنش، می‌تواند بر میزان عملکرد بیولوژیک ذرت موثر باشد.

**ارتفاع بوته:** اثر متقابل آب و نیتروژن بر ارتفاع بوته ذرت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح آب و نیتروژن بر برخی خصوصیات رویشی ذرت در جدول ۳ نشان دادهِ شدهِ است. در شرایط عدم تنش‌آبی (تامین۱۰۰ درصد نیاز آبی) بیشترین ارتفاع بوته با مصرف صفر کیلوگرم نیتروژن، مشاهده شد (جدول ۳). در حالی‌که با تامین ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی حداکثر ارتفاع معادل ۱۵۴/۷ و ۱۲۷ سانتی‌متر به ترتیب با مصرف ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد. هرچند با دیگر سطوح نیتروژن اختلاف معنی‌داری نداشت. به عبارت دیگر افزایش مصرف نیتروژن در شرایط تنش ۲۵ درصدی آب، منجر به افزایش ارتفاع بوته ذرت شد. به نظر می‌رسد، افزایش تنش‌رطوبتی و کاهش آب هرچند منجر به کاهش رشد سلول‌ها می‌شود، اما افزایش نیتروژن می‌تواند تقسیم سلولی را افزایش داده و منجر به افزایش ارتفاع بوته ذرت شود.

**وزن صد دانه:** یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد بعد از تعداد دانه، وزن صد دانه می‌باشد (۱۴). اثر متقابل آب و نیتروژن در سطح ۱ درصد بر وزن صد دانه ذرت معنی‌دار بود (جدول ۲). همانطور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود در سطح ۵۰ درصد نیاز آبی با ۱۰۰کیلوگرم نیتروژن وزن صد دانه ذرت (۳۰/۵۳ گرم) به‌دست آمد، در حالی که با کاهش ۲۵ درصدی آبیاری (سطح ۷۵ درصد نیاز آبی) و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، وزن صد دانه (۲۷/۳۷) گرم شد. به‌نظر می‌رسد نیتروژن می‌تواند موجب افزایش تقسیم سلولی شده، و با جبران کاهش رشد سلولیِ ناشی از کمبود آب، سبب افزایش عملکرد دانه در ذرت شود. نتایج مطالعه علیزاده (۶) نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن در شرایط تنش‌خشکی اثر تعدیل‌کننده بر وزن دانه ذرت دارد. نتایج تحقیق وست گیت (۳۳) نشان داد که اثرات تنش‌خشکی بر تجمع ماده خشک در دانه بطور مستقیم اثر نداشته بلکه اثر تنش‌خشکی، ناشی از کوتاه‌تر شدن طول دورهء پر شدنِ موثر دانه می‌باشد که می‌تواند در نهایت منجر به کاهش تجمع ماده خشک در دانه ذرت شود. در سطح ۵۰ درصد نیاز آبی، به دلیل شدت تنش-خشکی، گیاه ذرت قادر به تولید عملکر دانه نبود؛ عملکرد دانه نزدیک به صفر شد (جدول۳).

**جدول ۳- اثر متقابل سطوح آب و نیتروژن بر برخی خصوصیات رویشی و عملکرد ذرت**

| آبیاری درصد نیازآبی | نیتروژن ($kg\ ha^{-1}$) | ارتفاع بوته (cm) | تعداد دانه دربلال | وزن صد دانه (g) | عملکرد دانه ($ton\ ha^{-1}$) | عملکرد بیولوژیک ($ton\ ha^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۵۰ | ۰ | ۱۱۴/۳$^{e*}$ | ۱۵ | ۲۰/۶۰$^{de}$ | ۰/۰۸$^{f}$ | ۷/۴۰ |
| | ۵۰ | ۱۲۷/۰$^{d}$ | ۴۷ | ۱۳/۵۰$^{f}$ | ۰/۳۲$^{f}$ | ۹/۲۹ |
| | ۱۰۰ | ۱۰۸/۵$^{e}$ | ۱۵۹/۳ | ۳۰/۵۳$^{a}$ | ۰/۰۸$^{f}$ | ۶/۰۳ |
| | ۱۵۰ | ۱۲۳/۲$^{d}$ | ۲۵ | ۱۶/۶۷$^{ef}$ | ۰/۱۵$^{f}$ | ۷/۲۲ |
| ۷۵ | ۰ | ۱۴۷/۸$^{c}$ | ۱۴۲/۷ | ۲۸/۲۰$^{ab}$ | ۳/۲۵$^{d}$ | ۱۵/۷۷ |
| | ۵۰ | ۱۴۹/۸$^{c}$ | ۲۵۳ | ۲۶/۰۰$^{bc}$ | ۴/۹۳$^{c}$ | ۱۵/۳۸ |
| | ۱۰۰ | ۱۵۴/۷$^{c}$ | ۱۶۷/۷ | ۲۲/۲۰$^{cd}$ | ۲/۴۰$^{e}$ | ۱۴/۰۲ |
| | ۱۵۰ | ۱۵۱/۷$^{c}$ | ۱۹۵ | ۲۷/۳۷$^{ab}$ | ۳/۶۳$^{d}$ | ۱۵/۵۶ |
| ۱۰۰ | ۰ | ۱۷۸/۸$^{a}$ | ۳۴۲ | ۲۵/۶۷$^{bc}$ | ۹/۴۱$^{a}$ | ۲۱/۲۵ |
| | ۵۰ | ۱۷۲/۰$^{ab}$ | ۳۳۱ | ۲۳/۸۰$^{bcd}$ | ۷/۶۳$^{b}$ | ۱۹/۸۸ |
| | ۱۰۰ | ۱۷۵/۳$^{a}$ | ۳۷۶ | ۲۵/۵۰$^{bc}$ | ۸/۸۷$^{a}$ | ۲۰/۹۵ |
| | ۱۵۰ | ۱۶۶/۰$^{b}$ | ۳۵۸ | ۲۶/۷۰$^{ab}$ | ۸/۱۷$^{b}$ | ۲۰/۳۵ |
| معنی‌داری | | P<0.01 | ns | P<0.01 | P<0.01 | ns |
| LSD (5%) | | ۷/۸ | ۸۵/۱ | ۴/۴۳ | ۰/۵۵ | ۲/۱۳ |

*- در هر ستون حروف مشترک بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

**عملکرد دانه:** اثر متقابل سطوح آبیاری و نیتروژن بر عملکرد دانه ذرت در سطح ۱ درصد نیز معنی‌دار بود (جدول۲). در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی، با افزایش مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه رشد ۱۴ درصدی داشت. در سطح ۷۵ درصد نیاز آبی با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد دانه ۴/۹۳ تن در هکتار شد که نسبت به شرایط عدم مصرف نیتروژن رشد ۳۴ درصدی داشت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که افزایش بهینه و مناسب نیتروژن می‌تواند در مقابله با تنش خشکی، موثر بوده، و منجر به بهبود عملکرد دانه ذرت شود. نسمیت وریچی (۲۶) نیز گزارش کردند که اعمالِ تنش‌خشکی در ذرت بویژه در مرحله پر شدنِ‌دانه، نقش موثری در کاهش تجمع ماده خشک در دانه داشت. این محققین همچنین گزارش کردند که افزایش بیشتر نیتروژن در مقادیر بالاتر از ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت، ولی منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک شد.

## اثر سطوح آبیاری و نیتروژن بر خصوصیات رشدی و عملکرد کنجد

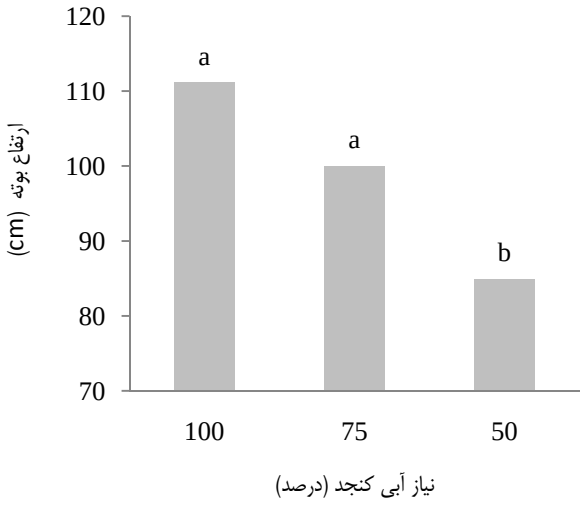
**ارتفاع بوته:** اثر آبیاری بر ارتفاع بوته کنجد ($p< 0.01$) معنی‌دار بود (جدول۴). با توجه به شکل ۳ ارتفاع بوته کنجد همراه با کم‌شدنِ درصد نیاز آبی روند کاهشی داشت.

**جدول٤- تجزیه واریانس و (میانگین مربعات) شاخص های مورد مطالعه کنجد در تیمار های مربوط به سطوح آبیاری و نیتروژن**

| منابع تغییر | درجه آزادی | ارتفاع بوته | تعدادکپسول دربوته | وزن هزار دانه | عملکرد دانه | عملکرد بیولوژیک |
|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۲ | ۲۶۱/۲$^{ns}$ | ۸۹۹$^{ns}$ | ۰/۰۳$^{ns}$ | ۰/۱۵۸$^{ns}$ | ۰/۹۸$^{ns}$ |
| آبیاری | ۲ | ۲۰۸۸/۸$^{**}$ | ۲۲۹۲$^{ns}$ | ۰/۳۸$^{ns}$ | ۲/۳۳$^{**}$ | ۱۴/۸۱$^{*}$ |
| خطا | ۴ | ۱۱۲/۸ | ۵۵۸/۶۱ | ۰/۱۱۵ | ۰/۱۰۰ | ۱/۳۳ |
| نیتروژن | ۳ | ۱۷۳/۷$^{ns}$ | ۲۴۴$^{ns}$ | ۰/۰۴$^{ns}$ | ۰/۰۶۳$^{*}$ | ۰/۶۵۵$^{ns}$ |
| خطا | ۶ | ۱۲۳/۶ | ۲۸۹/۵۳ | ۰/۰۳۴ | ۰/۰۰۸ | ۴/۶۶۸ |
| آبیاری×نیتروژن | ۶ | ۸۵/۹$^{ns}$ | ۲۳۶$^{ns}$ | ۰/۱۱$^{*}$ | ۰/۰۳۴$^{**}$ | ۲/۷۵$^{**}$ |
| خطا | ۱۲ | ۴۸/۳ | ۲۳۳/۲۸ | ۰/۰۳۵ | ۰/۰۰۴ | ۰/۳۱ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۷/۰۴ | ۳۳/۰۴ | ۶/۲۲ | ۱۰/۱ | ۹/۲۰ |

**، * و ns- به ترتیب معنی داری در سطح ۱ و ۵ درصد و عدم تفاوت معنی دار

حداکثر ارتفاع بوته در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی ۱۱۱/۲ و کمترین ارتفاع در تنشِ ۵۰ درصد نیاز آبی معادل ۸۴/۹۲ سانتی متر بود. به‌نظر می‌رسد که این کاهش ۲۴ درصدی ارتفاع در کنجد مربوط به مکانیزم مقابله گیاه با تنش‌خشکی از طریق تغییر در صفات مورفولوژیکی و کوتاه شدن ارتفاع و کاهش تعرق از سطح گیاه باشد. رضوانی‌مقدم و همکاران (۵) اثر تنش‌خشکی بر ارتفاع بوته کنجد را مربوط به اختصاص سهم بیشتری از مواد فتو سنتزی به ریشه دانستند.




**شکل ۳- اثر سطوح آبیاری برارتفاع بوته کنجد**

**عملکرد بیولوژیک:** اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک کنجد معنی‌دار نبود (جدول۴). از آنجا که کنجد گیاهی است که نسبت به سطوح نیتروژن واکنش شدید نشان نمی‌دهد (۲)، لذا این نتیجه دور از انتظار نیست. پاپری‌مقدم و بحرانی (۲) نیز گزارش کردند که کنجد در برابر مصرف کودهای شیمیایی واکنش چندانی نشان نمی‌دهد. این موضوع احتمالاً به دلیل کودپذیری کم ارقام محلی می‌باشد که نسبت به شرایط کم‌نهاده سازگاری یافته‌اند. حداکثر عملکرد بیولوژیک کنجد در سطح ۵۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد. در حالی‌که افزایش سطوح بالاتر نیتروژن باعث کاهش عملکرد بیولوژیک گردید.

**تعداد کپسول در بوته:** اثر سطوح آب و نیتروژن بر تعداد کپسول در هیچ یک از سطوح آبیاری و نیتروژن معنی‌دار نبود (جدول۴). با افزایش سطوح نیتروژن تعداد کپسول در بوته کنجد روند کاهشی داشت. تعداد کپسول در سطح ۷۵ درصد نیاز آبی با سطوح ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی معنی‌دار نشد و این حاکی از مقاومت کنجد نسبت به شرایط تنش‌خشکی می‌باشد. هر چند با کاهش درصد نیاز آبی تعداد کپسول در بوته کنجد روند کاهشی داشت. بررسی انجام گرفته توسط کومار و همکاران (۲۳) و دیوتا و همکاران (۱۹) نیز حاکی از کاهش تعداد کپسول در بوته با افزایش تنش‌خشکی است.

**وزن هزار دانه:** اثر متقابل سطوح آبیاری و نیتروژن بر وزن هزاردانه کنجد معنی‌دار بود، هرچند که اثر سطوح آب و نیتروژن به‌تنهایی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۴). نتایج تحقیق رضوانی و همکاران (۵) نیز نشان داد که با وجود آنکه اثر سطوح آبیاری بر وزن هزار دانه کنجد معنی‌دار نبود، ولی با افزایش فواصل آبیاری روند کاهشی در وزن هزار دانه مشاهده شد.

**جدول ۵- اثر متقابل سطوح آب و نیتروژن روی برخی صفات مورد مطالعه در کنجد**

| آبیاری (٪) | نیتروژن ($kg\ ha^{-1}$) | عملکرد بیولوژیک ($ton\ ha^{-1}$) | عملکرد دانه ($ton\ ha^{-1}$) | ارتفاع بوته (cm) | وزن هزار دانه (g) | تعدادکپسول در بوته |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۵۰ | ۰ | ۵/۴۳۷$^{de*}$ | ۰/۲۴۳$^{g}$ | ۸۸/۷ | ۲/۸۶۰$^{c-e}$ | ۴۱/۰۰ |
| | ۵۰ | ۴/۶۲۳$^{e}$ | ۰/۱۳۷$^{g}$ | ۹۲/۰ | ۲/۷۶۰$^{de}$ | ۳۱/۰۰ |
| | ۱۰۰ | ۴/۴۶۷$^{e}$ | ۰/۱۶۳$^{g}$ | ۷۸/۳ | ۲/۹۳۰$^{b-e}$ | ۲۷/۳۳ |
| | ۱۵۰ | ۴/۷۷۷$^{e}$ | ۰/۱۶۳$^{g}$ | ۸۰/۷ | ۲/۸۳۰$^{de}$ | ۲۵/۳۳ |
| ۷۵ | ۰ | ۶/۷۱۳$^{bc}$ | ۰/۶۸۳$^{e}$ | ۹۸/۳ | ۳/۲۰۳$^{ab}$ | ۴۴/۰۰ |
| | ۵۰ | ۶/۹۷۰$^{bc}$ | ۰/۸۲۰$^{d}$ | ۱۰۹/۳ | ۳/۰۷۰$^{b-d}$ | ۶۲/۶۷ |
| | ۱۰۰ | ۶/۵۱۷$^{c}$ | ۰/۷۳۷$^{de}$ | ۹۰/۰ | ۲/۹۲۰$^{b-e}$ | ۵۰/۳۳ |
| | ۱۵۰ | ۴/۹۲۷$^{e}$ | ۰/۴۴۸$^{f}$ | ۱۰۲/۳ | ۲/۶۹۳$^{e}$ | ۳۹/۶۷ |
| ۱۰۰ | ۰ | ۵/۹۹۳$^{cd}$ | ۱/۰۸۰$^{b}$ | ۱۱۰/۷ | ۲/۹۵۳$^{b-e}$ | ۷۱/۶۷ |
| | ۵۰ | ۷/۶۲۰$^{ab}$ | ۱/۲۲۳$^{a}$ | ۱۰۸/۸ | ۳/۴۰۷$^{a}$ | ۴۹/۶۷ |
| | ۱۰۰ | ۶/۳۲۰$^{cd}$ | ۰/۹۳۷$^{c}$ | ۱۱۰/۰ | ۳/۱۷۳$^{a-c}$ | ۵۷/۶۷ |
| | ۱۵۰ | ۸/۰۹۷$^{a}$ | ۰/۹۸۳$^{bc}$ | ۱۱۵/۳ | ۳/۲۴۳$^{ab}$ | ۵۴/۳۳ |
| معنی‌داری | | P<0.01 | P<0.01 | ns | P<0.05 | ns |
| LSD (5%) | | ۰/۹۸۹ | ۰/۱۱۳ | ۱۲/۴ | ۰/۳۳۳ | ۲۷/۱۷ |

*- در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

همانطور که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود بیشترین وزن هزار دانه کنجد (۳/۴۱ گرم) در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد، که با سطح ۷۵ درصد نیاز آبی و شاهد نیتروژن (۳/۲۰ گرم) اختلاف معنی‌داری نداشت. اختلاف بین سطوح ۵۰ درصد نیاز آبی و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن با سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی و صفر کیلوگرم نیتروژن نیز بسیار ناچیز بود. از آنجایی که کنجد گیاهی مقاوم به کم‌آبی است، لذا به‌نظر می‌رسد که در شرایط عدم تنش‌آبی در مقابل سطوح مختلف نیتروژن واکنش مثبتی نداشته باشد، ولی درعوض در شرایط تنش۵۰ درصدیِ آب با افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم، واکنش مثبتی نشان داد (جدول ۵). در شرایط بروز تنش خشکی تا ۵۰ درصد نیاز آبی و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن، کاهش وزن هزار دانه کنجد بسیار ناچیز بود (جدول ۵). در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، تنش‌خشکی عمده‌ترین عامل محدودکننده در کشت محصولات زراعی می‌باشد، لذا با توجه به نتایج این آزمایش و آزمایش های مشابه با مدیریت صحیح آب و نیتروژن می‌توان اقدام به کشت کنجد کرد؛ بطوری که کمترین کاهش را در عملکرد دانه درپی داشته باشد.

**عملکرد دانه:** اثر متقابل آب و نیتروژن در سطح ۱ درصد بر عملکرد دانه کنجد معنی‌دار بود (جدول ۴). همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود در سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی با افزایش مصرف نیتروژن از ۱۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه کنجد مشاهد نشد. بیشترین عملکرد دانه کنجد معادل ۱/۲۲ تن در هکتار در شرایط عدم‌تنش و در سطح مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد. با توجه به این نتایج، مناسب‌ترین سطح نیتروژن در این آزمایش ۵۰ کیلوگرم نیتروژن بود (جدول ۵). در سطح ۷۵ درصد نیاز آبی، بیشترین عملکرد دنه کنجد معادل۸۲۰ کیلوگرم در هکتار و در سطح مصرف ۵۰ کیلوگرم نیترون حاصل شد؛ به طوریکه افزایش نیتروژن در سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، نه تنها منجر به افزایش عملکرد دانه نشد، بلکه موجب کاهش به ترتیب ۱۰ و ۴۵ درصدی عملکرد دانه نسبت به سطح ۵۰ کیلوگرم نیتروژن شد. در سطح ۵۰ درصد نیاز آبی، اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه کنجد، در سطوح مختلف مصرف نیتروژن، وجود نداشت (جدول ۵).

**اثر متقابل سطوح آبیاری و نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک کنجد:** همانطور که در جدول۴ نشان داده شده است، اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک کنجد در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی با افزایش سطوح نیتروژن عملکرد بیولوژیک کنجد نیز روند افزایشی داشت. حداکثر عملکرد بیولوژیک کنجد در تیمار ۱۰۰درصد نیاز آبی با سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن معادل ۸/۱ تن در هکتار حاصل شد. در سطح ۷۵ درصد نیاز آبی، اختلاف معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک کنجد در سطوح مختلف نیتروژن نبود. البته تنها اختلاف مربوط به سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن بود که منجر به کاهش ۲۹ درصدی عملکرد بیولوژیک شد. این نتیجه نیز تاییدی است بر نتایج پاپری مقدم و بحرانی (۲)، مبنی بر این که کنجد در برابر مصرف کود های شیمیایی واکنش چندانی نشان نمی‌دهد. در تنش ۵۰ درصدی آب در سطوح مختلف مصرف نیتروژن، نه تنها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، بلکه با افزایش نیتروژن عملکرد بیولوژیک روند کاهشی داشت.

## اثر سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن بر خصوصیات رشدی و عملکرد چغندرقند

**اثر سطوح آب بر عملکرد بیولوژیک و اقتصادی چغندرقند:** اثر سطوح آبیاری بر عملکرد بیولوژیک و اقتصادی چغندرقند معنی‌دار نبود (جدول ۶). هرچند با کاهش ۲۵ و ۵۰ درصدِ نیاز آبی، عملکرد ریشه چغندرقند به ترتیب ۱۵ و ۳۴ درصد کاهش داشت (شکل ۹).

**جدول٦- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن بر عملکرد ریشه و بیولوژیک چغندرقند**

| منابع تغییر | درجه آزادی | عملکرد بیولوژیک | عملکرد ریشه |
|---|---|---|---|
| بلوک | ۲ | ۳۷۴/۳۴$^{ns}$ | ۳۷۸/۵۲$^{ns}$ |
| آبیاری | ۲ | ۱۲۷۵/۸۳$^{ns}$ | ۱۳۱۹/۷۴$^{ns}$ |
| خطا | ۴ | ۴۸۴/۲۸ | ۴۰۷/۸۶ |
| نیتروژن | ۳ | ۴۰۴/۴۳$^{ns}$ | ۳۰۷/۲$^{ns}$ |
| خطا | ۶ | ۱۶۳/۱۳ | ۱۷۰/۹۴ |
| آبیاری×نیتروژن | ۶ | ۸۳/۹۴$^{ns}$ | ۶۳/۵۹$^{ns}$ |
| خطا | ۱۲ | ۵۵/۶۲ | ۴۱/۴۹ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۱۲/۸ | ۱۲/۷ |

**، * و ns- به ترتیب معنی داری در سطح ۱ و ۵ درصد و عدم تفاوت معنی دار

این روند در مورد عملکرد بیولوژیک نیز صادق بود. بطوریکه با کاهش ۲۵ و ۵۰ درصدِ نیاز آبی چغندرقند عملکرد بیولوژیک ۱۲ و ۳۰ درصد کاهش یافت. به نظر می رسد از آنجا که بخش عمده بیوماس چغندرقند را ریشه تشکیل می دهد، لذا این گیاه در مقابل تنش خشکی مقاومت داشته و در این شرایط با کاهش سطح برگ و اندام هوایی، عمدهِ تولیدات فتوسنتزی خود را در جهت توسعه و رشد ریشه اختصاص می‌دهد، در نتیجه بروز تنش‌خشکی، کاهش معنی‌داری را، در عملکرد ریشه و بیولوژیک آن به دنبال نداشت (جدول۷). کارتر و همکاران (۱۶) گزارش کردند که با افزایش تنش رطوبتی در عملکرد ریشه چغندرقند تفاوت معنی‌داری دیده نشد. بالا بودنِ عملکرد بیولوژیک چغندرقند در شرایط عدم‌تنش را، می‌توان به دلیل گسترش سطح سبز گیاه و انتقال سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی به ریشه دانست (۲۰ و ۳۰).

جدول ۷- اثر متقابل سطوح آب و نیتروژن بر عملکرد چغندرقند

| تیمار | | عملکرد ریشه ($ton\ ha^{-1}$) | عملکرد بیولوژیک ($ton\ ha^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| نیاز آبی (٪) | نیتروژن ($kg\ ha^{-1}$) | | |
| ۵۰ | ۰ | ۴۷/۴۳ | ۵۵/۱۰ |
| | ۵۰ | ۴۱/۰۰ | ۴۹/۴۳ |
| | ۱۰۰ | ۳۹/۸۷ | ۴۶/۴۴ |
| | ۱۵۰ | ۳۱/۴۷ | ۳۸/۲۰ |
| ۷۵ | ۰ | ۵۴/۷۷ | ۶۳/۸۳ |
| | ۵۰ | ۵۸/۳۷ | ۶۶/۵۲ |
| | ۱۰۰ | ۴۷/۴۳ | ۵۵/۲۰[b] |
| | ۱۵۰ | ۴۶/۷۷ | ۵۳/۴۷[b] |
| ۱۰۰ | ۰ | ۷۳/۱۰ | ۸۲/۲۰ |
| | ۵۰ | ۵۷/۸۷ | ۶۳/۴۴ |
| | ۱۰۰ | ۵۴/۳۳ | ۵۹/۶۰ |
| | ۱۵۰ | ۵۸/۱۰ | ۶۵/۸۳ |
| معنی‌داری | | ns | ns |
| LSD (5%) | | ۱۱/۴۶ | ۱۳/۱۵ |

البته وجود مقدار بهینه و کافی آب موجب بهبود رشد و توسعه اندام های هوایی شده و بخش زیادی از فرآورده های فتوسنتزی به ریشه انتقال می‌یابند که در نهایت باعث افزایش عملکرد در شرایط عدم‌تنش می‌شود. در این ارتباط یوگان و گنکوگلان (۳۲) نیز کاهش عملکرد ریشه و بیولوژیک چغندرقند را در نتیجه کاهش سطوح تامین آبیاری گزارش نمودند. کریمی و نادری (۸) نیز در تحقیقی مشابه گزارش کردند که اگر چه در شرایط تنش رطوبتی عملکرد چغندرقند کاهش یافت، اما عیار قند آن بهبود یافت.

**عملکرد ریشه:** اثر متقابل آب و نیتروژن بر عملکرد ریشه چغندرقند معنی‌دار نبود (جدول۶). در شرایط کاهش ۲۵ درصد آبیاری، عملکرد ریشه چغندرقند با افزایش مصرف نیتروژن به ۵۰ کیلوگرم در هکتار، نسبت به شرایط عدم مصرف نیتروژن افزایش ۴ درصدی را نشان داد (جدول۷). جلینی و همکاران (۳) در آزمایشی مشابه گزارش کردند که اثرات متقابل آب و نیتروژن بر عملکرد ریشه چغندرقند معنی‌دار نبود.

**عملکرد بیولوژیک:** اثر متقابل آب و نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک چغندرقند معنی‌دار نبود (جدول ۶). همانطور که در جدول مقایسه میانگین‌ها جدول ۷ نشان داده شده است؛ در سطح ۲۵ درصد تنش آبی، بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به سطح ۵۰ کیلوگرم نیتروژن بود، که معادل ۶۶/۵۲ تن در هکتار بدست آمد. با توجه به نتایج این آزمایش به‌نظر می‌رسد که بهینه‌ترین حالت برای تولید عملکرد مناسب، مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن با ۲۵ درصد کم‌آبیاری می باشد. کم‌آبیاری یکی از روشهای صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش کارآیی مصرف آب است.

مون رئالا و همکاران (۲۵) گزارش کردند که تنش شدید آب عامل اصلی تجمع پرولین در ریشه چغندرقند بوده و باعث کاهش عملکرد چغندرقند می‌گردد. کریمی و نادری (۸) بیشترین عملکرد بیولوژیک چغندرقند در شرایط عدم‌تنش، را معادل ۷۸/۸۷ تن در هکتار گزارش کردند.

## نتیجه گیری کلی

در این تحقیق اثرات تنش آب و سطوح آب و نیتروژن بر ذرت (یک گونه چهارکربنه، دانه‌ای)، کنجد (گیاه سه‌کربنه، روغنی) و چغندرقند (گیاه سه‌کربنه، ریشه‌ای) که از نظر جایگاه و الگوی کشت، خصوصیات زراعی، نیاز آبی و نهاده‌ها متفاوت‌اند، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در هر دو گونه ذرت و کنجد ارتفاع بوته و عملکرد دانه تحت تاثیر اثرات متقابل آب و نیتروژن قرار گرفت. با این وجود اثرات متقابل آب و نیتروژن بر عملکرد ریشه چغندرقند معنی‌دار نبود. چغندرقند در پاسخ به کم‌آبیاری و تنش‌آبی مقاومت نسبتاً بالایی، نشان داد. بر اساس نتایج اثرات متقابل آب و نیتروژن، به‌نظر می‌رسد که کاربرد مناسب نیتروژن می‌تواند نقش موثری درکاهش میزانِ مصرف آب و نیز افزایش عملکرد گیاهان ذکر شده، داشته باشد. از این رو مدیریت مناسب نیتروژن در خاک می‌تواند، به عنوان یک راهکار در بهبود مدیریت مصرف آب در کشاورزی مورد توجه قرار گیرد.

## منابع


۱- بهدانی، م. ع. و م .ح. راشد محصل ۱۳۷۷ . بررسی اثر تراکم بر عملکرد و اجزاء عملکرد سه رقم کنجد مجله علـوم و صـنایع کشـاورزی.(۱۲): ۵۷- ۶۳

۲- پاپری مقدم فرد، ا. و م. ج. بحرانی. ۱۳۸۴. تاثیر کاربرد نیتروژن و تراکم بوته بر برخی ویژگی های زراعی کنجد. مجله علوم کشـاورزی ایـران، ۳۶ (۱): ۱۲۹-۱۳۵.

۳- جلینی، م.، ع. قائمی، و ه. ذره پرور. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تنش آبی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و کارآیی مصرف آب در چغندرقنـد مجله پژوهش در علوم کشاورزی، ۴ (۲): ۱۶۵- ۱۷۲.

۴- رحیمیان، م .ح. و ح. اسدی. ۱۳۷۹. تاثیر تنش آبی بر عملکرد کمی و کیفی جغندرقند و تعیین تابع تولید و ضریب گیاهی آن .مجله خاک و آب بو یژه نامه آبیاری.۱۲(۱۰): ۵۷-۶۳.

۵- رضوانی مقدم پ.، ق. نوروز پور، ج. نباتی، و ع. ا. محمدآبادی. ۱۳۸۴. بررسی خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد دانه و روغـن کنجـد در تـراکم های مختلف بوته و فواصل مختلف آبیاری مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۳ (۱): ۵۷-۶۸.

۶- علیزاده ا.، ا. مجیدی، و ح. ا. نادیان. ۱۳۸۶. اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای. علوم کشاورزی، ۱۳ (۲): ۴۲۷-۴۳۷.

۷- فاطمی، ر.، ب. کهراریان، ا. قنبری، و م. ولی زاده. ۱۳۸۵. بررسی اثرات رژیم های مختلف آبیاری و نیاز آبی بر عملکرد و اجزای عملکـرد ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. علوم کشاورزی، ۱۲ (۱): ۱۳۳-۱۴۱.

۸- کریمی، ا.، و م. نادری. ۱۳۸۷. اثرات سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی و کارایی مصرف آب در چغنـدر. مجلـه علـوم و صنایع کشاورزی ویژه آب و خاک، ۲۲ (۱): ۲۳۵-۲۴۶.

۹- لک، ش.، ا. نادری، س. ع. ا. سیادت، ا. آینه بند، و ق. نورمحمدی. ۱۳۸۵. اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته در شرایط مختلـف رطـوبتی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰۴ در خوزستان. مجله علوم زراعی ایران، ۸ (۲): ۱۵۳- ۱۷۰.

۱۰- مجد، م. ۱۳۸۸. اثرات تنش کمبود آب و مدیریت مصرف نیتروژن بر توزیع ماده خشک و برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی ذرت هیبرید سـینگل کراس ۷۰۴. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی.(۲) ۱: ۱۲۳-۱۳۶

۱۱- منصوری فرد، س.، س. ع. مدرس ثانوی، م. جلالی جواران، و ا. قلاوند. ۱۳۸۴. تاثیرتنش رطوبتی ونیتروژن بر عملکرد واجزای عملکرد دو رقم ذرت مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲ (۴): ۵۴-۶۰

۱۲- نورمحمدی، س. ۱۳۷۹. گزارش نهایی طرح بررسی تاثیر تاریخ کاشت وتراکم بوته بر عملکرد دانه ذرت به عنوان کشت دوم . مرکـز تحقیقـات کشاورزی لرستان.

۱۳- وفابخش، ج.، م. نصیری محلاتی، ع. کوچکی، و م. عزیزی. ۱۳۸۸. اثر تـنش خشـکی بـر کـارایی مصـرف آب و عملکـرد ارقـام کلـزا. مجلـه پژوهش‌های زراعی ایران، ۷ (۱): ۲۹۵- ۳۰۲.

14- Bismillah Khan, M., N. Hussain, and M. Iqbal. 2001. Effect of water stress on growth and yield components of maize variety YHS 202. Journal of Research Science, Bahauddin Zakaria University, Multan, Pakistan, 12: 15-18.

15- Boyer, J. S. and H. G. Mcpherson. 1998. Physiology of water deficit in cereal crops. Agronomy Journal, 27:1-23.

16- Carter, J. N., M. E. Jensen, and D. Traveller. 1980. Effect of mid-to-late season water stress on sugar beet growth and yield. Agronomy Journal, 72: 806-815.

17- Cattanach, A., W. C. Dahnke, and C. Fanning. 1993. Fertilizing Sugarbeet. Nnorth Dakota State University. available on: http://www.ag.ndsu.edu/ pubs /plantsci/soilfert/sf714w.htm

18- Dash, B., S. V. Singh, and J. P. Shahi. 1999. Character association and path analysis in s1 lines of maize. Journal of Agricultural Research, 5: 14-32.

19- Dutta, P. K., P. Bandyopadhyay, and D. Maity. 2000. Response of summer sesame (*Sesamum indicum*) to irrigation. Indian Journal of Agronomy, 54: 613-616.

20- Hang, A. N., and D. E. Miller. 1986. Response of sugar beet to deficit, high frequency irrigation. II. Sugar beet development and partitioning to root growth. Agronomy Journal, 78: 15-18.

21- Hibasami, H., T. Fujikawa, H. Takeda, S. Nishibe, T. Satoh, T. Tujisawa, and K. Nakashima. 2000. Induction of apoptosis by Acanthopanax senticosus harms and its components, sesamin in human stomach cancer. *International Journal of Medicine*, 7: 1213-1216.

22- Kassab, O., E. Noemani, and A. H. El-Zeiny. 2005. Influence of some irrigation system and water regimes on growth and yield of sesame plants. *Agronomy Journal*, 4: 220-224.

23- Kumar, A. S., T. N. Prasad, and U. K. Prasad. 1996. Effect of irrigation and nitrogen on growth, yield/oil content, nitrogen uptake and water-use of summer sesame (*Sesamum indicum*). Indian Journal of Agronomy, 41: 111-115.
24- Miyahara, Y., H. Hibasami, H. Katsuzaki, K. Imai, and Y. Komiya. 2001. Sesamolin from sesame seed inhibits proliferation by inducing apoptosis in human lymphoid leukemia. *International Journal of Medicine*,7: 369-371.
25- Monreala, J. A., E. T. Jiméneza, E. Remesala, R. Morillo, S. García, and C. Echevarríaa. 2007. Praline content of sugar beet storage roots: response to water deficit and nitrogen fertilization at field conditions. Environmental and Experimental Botany, 60: 257-267
26- Nesmith, D. S., and J. T. Ritchie. 1992. Short and long term responses of corn to a pre-an thesis soil water deficit Agronomy Journal, 84 :106-113.
27- Norwood, C. A. 2000. Water use and yield of limited irrigated and dry land corn. Soil Science Society American Journal, 64: 365 - 370.
28- Osborne, S. L., J. S. Scheppers, D. D. Francis, and M. R. Schlemmer. 2002. Use of spectral radiance to in - season biomass and grain yield in nitrogen and water - stressed corn. Crop Science, 42: 165 -171.
29- Sepaskhah, A. R., and M. Andam. 2001. Crop coefficient of sesame in semi-arid region of I.R. Iran. Agricultural Water Management, 49: 51-63.
30- Sharmasarkar, F. C., S. Sharmasarkar, S. D. Miller, G. F. Vance, and R. Zhang. 2001. Assessment of drip and flood irrigation on water and fertilizer use efficiencies for sugar beets. Agricultural Water Management, 46: 241-251.
31- Sinharoy, A., R. C. Samul, A. K. M. N. Ahasan, and B. Roy. 1990. Effect of different sources and level of nitrogen on yield attributes and seed yield of sesame varieties. Environmental Ecology, 8: 211-215.
32- Ucan, K., and C. Gencoglan. 2004. The effect of water deficit on yield and yield components of sugar beet. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 28 (3): 163-172.
33- Westgate, M. E. 1994. Water status and development of the maize endosperm and emberyo during drought. Crop Science, 34: 76-83.
34- Winter, S. R. 1980. Suitability of sugar beet for limited irrigation in a semi-arid climate. *Agronomy Journal*, 72:118-123.