نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۱ تا ۱۳ آذرماه ۱۴۰۴
19th Iranian Soil Science Congress
2-4 December, 2025
مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran
۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

اثر سطوح مختلف آبیاری، تراکم و نیتروژن بر عملکرد، ترکیب معدنی و کیفیت صمغ گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba*) در شرایط تنش خشکی

مالک تقی پور بیرگانی[۱]، محمدرضا مرادی تلاوت*[۲]، سید عطاءالله سیادت[۳]، آیدین خدایی جوقان[۴]، سید امیر موسوی[۵]

۱- دانشجوی دکتری تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

۲- دانشیار تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران؛ * پست الکترونیکی نویسنده مسئول مقاله (**Moraditelavat@ramin.ac.ir**)

۳- استاد تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

۴- استادیار تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

۵- دانشیار تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

چکیده

در شرایط خشک و نیمه‌خشک ایران، کمبود آب عامل اصلی محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است. گیاه گوار به دلیل مقاومت بالا در برابر خشکی و گرما، کاربرد صنعتی و دارویی و قابلیت تثبیت نیتروژن خاک، گزینه مناسبی برای کشت در این مناطق محسوب می‌شود. این پژوهش به بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری، تراکم بوته و کود نیتروژن بر عملکرد دانه، ارتفاع بوته، میزان صمغ و غلظت عناصر غذایی (فسفر، پتاسیم، مس، روی و آهن) گوار پرداخت. طرح آزمایشی فاکتوریل با سه تکرار در شوشتر اجرا شد و سطوح آبیاری (۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر)، تراکم بوته (۳۰ تا ۱۲۰ بوته در مترمربع) و نیتروژن (۰ تا ۷۵ کیلوگرم در هکتار) بررسی گردید. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه، غلظت فسفر و پتاسیم و تولید صمغ در شرایط آبیاری ۵۰ میلی‌متر تبخیر و تراکم پایین تا متوسط همراه با نیتروژن بالا حاصل شد، در حالی که تنش آبی و تراکم بالا و کمبود نیتروژن کمترین مقادیر را ایجاد کردند. این یافته‌ها اهمیت مدیریت یکپارچه آبیاری، تراکم کاشت و تغذیه نیتروژنی را در بهبود عملکرد کمی و کیفی گوار و افزایش بهره‌وری سیستم‌های کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تأیید می‌کند.

کلمات کلیدی: گیاه گوار، آبیاری، تراکم کاشت، نیتروژن، عملکرد دانه، صمغ، عناصر غذایی، تنش خشکی

مقدمه:

کمبود آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است. در ایران نیز بیش از ۹۰ درصد از مساحت کشور در این اقلیم قرار دارد و میانگین بارندگی تنها ۲۴۰ میلی‌متر است (FAO, 2023). با وجود ریزش‌های جوی سالانه ۴۶۶ میلیارد مترمکعب، منابع تجدیدپذیر آب تنها ۱۲۱ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود که بخش کشاورزی حدود ۳۱ درصد آن را مصرف می‌کند، در حالی که راندمان آبیاری پایین موجب هدررفت بخش زیادی از آب می‌شود (FAO, 2023). در چنین شرایطی استفاده از گیاهان مقاوم به خشکی مانند گیاهان دارویی و صنعتی

اهمیت ویژه‌ای دارد یکی از این گیاهان، گوار (*Cyamopsis tetragonoloba*) است که بومی هند بوده و به دلیل مقاومت بالا در برابر خشکی، گرما و خاک‌های کم‌بازده به کشورهای آمریکا و پاکستان نیز منتقل شده است .

(Akhtar et al., 2012). گوار علاوه بر تثبیت نیتروژن خاک، کاربردهای صنعتی و دارویی متعددی دارد و می‌تواند به عنوان یک گیاه تابستانه در تناوب با غلات پاییزه استفاده شود زراعت این گیاه در شرایط دیم تنها با سه نوبت آبیاری امکان‌پذیر است (Akhtar et al., 2012) .

از نظر زراعی، تراکم کاشت و مدیریت نیتروژن از عوامل اصلی مؤثر بر عملکرد و کیفیت گوار محسوب می‌شوند. تراکم بوته بر تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد غلاف اثر مستقیم داشته و در تراکم‌های بیش از حد یا کمتر از حد بهینه، عملکرد کاهش می‌یابد(Lone et al., 2010) . علاوه بر این، تراکم و نیتروژن می‌توانند بر صفاتی چون ارتفاع بوته، عملکرد دانه و حتی کیفیت متابولیت‌های ثانویه از جمله میزان صمغ اثرگذار باشند. نیتروژن نیز به‌عنوان عنصر کلیدی در ساختار کلروفیل و پروتئین‌ها نقش مهمی در رشد گیاه دارد و کمبود آن موجب زردی برگ و کاهش عملکرد می‌شود. گرچه بقولات از طریق تثبیت زیستی بخشی از نیتروژن مورد نیاز خود را تأمین می‌کنند، اما کمبود نیتروژن خاک به ویژه در مراحل اولیه رشد بر عملکرد اثر منفی دارد (Venugopalan et al., 2021) . از طرف دیگر، بررسی غلظت عناصر غذایی از جمله فسفر و پتاسیم به‌عنوان عناصر پرمصرف و مس، روی و آهن به‌عنوان ریزمغذی‌های ضروری، در واکنش گیاه به تیمارهای مختلف اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا این عناصر مستقیماً در رشد رویشی، افزایش ارتفاع بوته، بهبود کیفیت صمغ و افزایش عملکرد دانه نقش دارند. بنابراین انتظار می‌رود ترکیب بهینه‌ی تراکم کاشت، مدیریت نیتروژن و آبیاری، تعادل مناسبی در این عناصر ایجاد کرده و نهایتاً موجب بهبود عملکرد کمی و کیفی گوار شود.

هدف این پژوهش بررسی اثر تیمارهای تراکم کاشت، میزان کود نیتروژن و سطوح مختلف آبیاری بر صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، میزان صمغ و غلظت عناصر غذایی (مس، روی، آهن، فسفر و پتاسیم) در گیاه گوار است تا ضمن شناسایی بهترین ترکیب مدیریتی، امکان توسعه پایدار کشت این گیاه در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران فراهم شود.

مواد و روش ها

به‌منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر صفات زراعی گیاه گوار در شرایط آبیاری متفاوت، این مطالعه در تابستان سال ۱۳۹۹ در منطقه شوشتر، واقع در ۷۰ کیلومتری شمال‌شرقی اهواز (با مختصات جغرافیایی ۳۶°۳۱' عرض شمالی و ۵۳°۴۸' طول شرقی و ارتفاع ۲۲ متر از سطح دریا) انجام شد (شکل ۱). طرح آزمایشی به‌صورت کرت‌های نواری-فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی و با سه تکرار پیاده‌سازی گردید. عامل اصلی، رژیم‌های آبیاری به روش غرقابی در سه سطح شامل ۵۰(I1) ، ۱۰۰ (I2) و ۲۰۰ (I3) میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در کرت‌های طولی در نظر گرفته شد. در کرت‌های عرضی، دو عامل دیگر شامل تراکم بوته در چهار سطح) ۳۰(D1) ، ۶۰(D2) ، ۹۰ (D3) و ۱۲۰ (D4) بوته در مترمربع (و سطوح نیتروژن =N1) بدون مصرف، =۲۰N2، =۵۰N3 و =N4 ۷۵ کیلوگرم در هکتار (به‌صورت فاکتوریل اعمال گردید (شکل ۲). منبع نیتروژن کود اوره بود که در دو نوبت، مرحله ۳ تا ۴ برگی و آغاز گل‌دهی، از طریق آبیاری به خاک داده شد .بر اساس آمار اقلیمی درازمدت، شوشتر با میانگین بارش سالیانه ۲۱۵ میلی‌متر، دمای متوسط ۲۳ درجه و میانگین حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۳۶ و ۵/۹ درجه سانتی‌گراد، در رده مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار می‌گیرد.

صفات مورد اندازه‌گیری

عملکرد دانه

این صفت، با حذف نیم‌متر از ابتدای خطوط کاشت و دو خط طرفین عملکرد نیز اندازه‌گیری شد.

فسفر دانه:

مقدار فسفر پس از خشک‌کردن و عصاره‌گیری نمونه‌ها، با استفاده از معرف مولیبدات–وانادات و قرائت جذب رنگ زرد ایجاد شده در طول‌موج ۴۵۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Ghazanshahi, 2006).

پتاسیم دانه:

برای تعیین پتاسیم، نمونه‌ها پس از هضم با اسید نیتریک و پرکلریک صاف شدند و مقدار پتاسیم به‌وسیله فلورومتری شعله یا جذب اتمی سنجیده و به mg/g وزن خشک دانه گزارش شد (Ghazanshahi, 2006).

صمغ دانه:

دانه‌های خردشده پس از غربالگری، تحت تیمارهای مختلف دما، زمان و نسبت آب به دانه استخراج شدند. صمغ محلول با استون رسوب داده، سپس خشک و پودر شد و راندمان آن بر اساس درصد وزن خشک دانه محاسبه گردید (Razavi et al., 2009).

نتیجه و بحث

نتیجه تجزیه واریانس نشان داد که اثر سه گانه در مورد هیچ کدام از صفات مورد بررسی معنی دار نشد. همچنین نتایج نشان داد که کلیه اثرات متقابل و اثرات صفات در مورد کلیه صفات معنی‌دار شده است (نتایج گزارش نشده است)

نتایج این پژوهش نشان داد که تعامل آبیاری و تراکم کاشت نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود یا کاهش عملکرد و کیفیت گیاه گوار دارد. در خصوص عملکرد دانه، اثر متقابل آبیاری و تراکم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد، به‌طوری که تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر همراه با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع (I1D1) بیشترین عملکرد را داشت. در این شرایط، گیاهان از رطوبت کافی و رقابت کمتر برای منابع غذایی بهره‌مند شده و حداکثر توان بالقوه خود را برای تولید دانه نشان دادند (جدول ۱).در رابطه با غلظت فسفر، اثر متقابل تیمارها در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. بیشترین جذب فسفر (۳,۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) در تیمار I1D2 مشاهده گردید که نشان می‌دهد تراکم متوسط همراه با آبیاری مناسب می‌تواند شرایط مطلوبی برای جذب عناصر کم‌تحرکی چون فسفر ایجاد کند. در مقابل، در شرایط تنش آبی شدید و تراکم بالا(I3D4) ، کمترین جذب فسفر (۱,۱ میلی‌گرم بر گرم) ثبت شد (جدول ۱). برای پتاسیم نیز الگوی مشابهی دیده شد، به‌طوری که بیشترین غلظت (۲,۸ میلی‌گرم بر گرم) در تیمار I1D1 و کمترین مقدار (۰,۹ میلی‌گرم بر گرم) در I3D4 به دست آمد. این یافته نشان‌دهنده نقش اساسی آبیاری کافی و تراکم پایین در جذب بهینه پتاسیم است، عنصری که در تنظیم فشار اسمزی و انتقال مواد نقش کلیدی دارد (جدول ۱). از نظر میزان صمغ، اثر متقابل تیمارها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین مقدار صمغ در I1D1 به دست آمد که نشان می‌دهد آبیاری به موقع و تراکم پایین، مسیرهای متابولیک سنتز پلی‌ساکاریدهای ذخیره‌ای را فعال کرده و تولید صمغ را افزایش می‌دهد. در مقابل، تنش آبی و تراکم بالا منجر به کاهش شدید صمغ شد که می‌تواند ناشی از تغییر تخصیص کربن به سمت فرآیندهای حیاتی‌تر باشد (جدول ۱).

جدول ۱-مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تاثیر ترکیبات تیماری آبیاری و تراکم در واحد سطح

آبیاری تراکم	عملکرد دانه	فسفر	پتاسیم	نیتروژن	میزان صمغ
I_1D_1	۱۹۲/۵۷۹a	۴۲/۰bcd	۹۹a۳/	۷۷۵/۳a	۰۶۸/۳۲a
I_1D_2	۹۴۲/۵۷۲a	۴۵/۰a	۵۹/۳b	۶۰۴/۳ab	۱۶۹۷/۳۰b
I_1D_3	۶۰۹/۵۳۱cd	۴۴/۰ab	۶۵/۳b	۰۸۲/۳cde	۹۵۹۷/۲۶cde
I_1D_4	۶۹۲/۵۴۷bc	۴۱۵/۰bcd	۲۴/۳c	۹۸۳۳/۲cde	۱۱۵۵/۲۶def
I_2D_2	۸۵۹/۵۳۱cd	۴۱۷/۰bcd	۶/۳b۰	۴۵۳۳/۳abc	۱۵۹۷/۳۱ab
I_2D_3	۴۸۶/۴۹۰fg	۴۳/۰abc	۵۱۷/۳b	۱۹۱۷/۳bcde	۲۹/۲۸c
I_2D_4	۰۲۶/۵۶۰ab	۴۰/۰def	۹۴۳۳/۲d	۰۷۵/۳cde	۶۰۹۷/۲۶cde
I_2D_4	۱۰۹/۵۰۶ef	۳۸/۰fg	۶۶۵/۲e	۶۹۶۷/۲ef	۵۶۸/۲۴fg
I_3D_1	۴۴۲/۴۶۰h	۳۵/۰gh	۲۱۵/۳c	۳۸۳۳/۳abcd	۸۰۹۷/۲۷cd

۰۹۷۲/۲۶def	۹۲۵/۲de	۹۱۲۶/۲d	۴۱/۰cde	۶۰۹/۴۹۰fg	I_3D_2
۷۲۳/۲۵ef	۶۹۱۷/۲ef	۵۵۳۳/۲e	۳۸۱/۰efg	۶۹۲/۵۱۸de	I_3D_3
۳۷۶۳/۲۳g	۲/۳۵۶۴f	۵۴۱۷/۲e	۳۳/۰h	۸۵۹/۴۷۷gh	I_3D_4

I_1، I_2 و I_3به ترتیب آبیاری بعد از ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A

D_1، D_2، D_3و D4به ترتیب تراکم ۳۰،۶۰، ۹۰و۱۲۰ بوته در مترمربع

نتایج مطالعه نشان داد که عملکرد دانه گوار به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل آبیاری و مصرف نیتروژن قرار دارد ($P\leq0.01$).بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری ۵۰ میلی‌متر تبخیر همراه با ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد، در حالی که کمترین عملکرد در تنش شدید آبی و بدون مصرف نیتروژن مشاهده شد. این یافته‌ها اهمیت هماهنگی تأمین آب و مواد غذایی برای بهینه‌سازی رشد و عملکرد گیاه را تأیید می‌کند. عدم تفاوت معنی‌دار میان برخی تیمارهای میانی نشان‌دهنده توانایی گیاه در حفظ سطحی از عملکرد تحت دامنه‌ای از شرایط محیطی است که ممکن است ناشی از فعال شدن مکانیسم‌های سازشی گیاه باشد (جدول ۲).

اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر غلظت عناصر غذایی نیز معنی‌دار بود .($P\leq0.05$) بالاترین غلظت فسفر و پتاسیم در شرایط آبیاری مطلوب همراه با مصرف نیتروژن بالا ثبت شد، در حالی که کمترین مقادیر این عناصر در تنش شدید آبی و کمبود نیتروژن مشاهده گردید. این نتایج نشان می‌دهد که نیتروژن کافی رشد ریشه و جذب سایر عناصر غذایی را تحریک می‌کند و آبیاری مناسب شرایط تحرک و انتقال مواد را فراهم می‌سازد (جدول ۲).

همچنین، بیشترین میزان صمغ در تیمار آبیاری مطلوب و مصرف بالای نیتروژن به دست آمد و کمترین مقدار در شرایط تنش آبی و عدم تغذیه ثبت شد. این یافته‌ها حاکی از آن است که ترکیب مدیریت بهینه آبیاری و نیتروژن نه تنها عملکرد کمی دانه، بلکه کیفیت محصول از نظر تولید صمغ را نیز بهبود می‌بخشد (جدول ۲).

به‌طور کلی، مطالعه نشان داد که مدیریت یکپارچه آبیاری و تغذیه نیتروژنی می‌تواند با افزایش عملکرد دانه، غلظت عناصر غذایی و تولید صمغ، کارایی سیستم‌های کشاورزی را در شرایط مناطق خشک و نیمه‌خشک بهینه نماید.

جدول ۲-مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تاثیر ترکیبات تیماری آبیاری و نیتروژن در واحد سطح

آبیاری در نیتروژن	عملکرد دانه	فسفر	پتاسیم	نیتروژن	صمغ
I1 N1	۰۳۱/۳۸۹e	۳۸۹۵/۰e	۷۴۷/۲d	۲۳۷/۲cd	۶۴۳/۱۹fg
I1 N2	۴۴۸/۶۱۹c	۵۱۶۷/۰c	۹۹۳/۳b	۶۲۳/۲c	۴۹۳/۲۶c
I1 N3	۹۰۹/۷۲۰b	۶۵۹۵/۰b	۴۹۷/۴a	۲۸۸۳/۳b	۹۹۳/۳۱b
I1 N4	۰۳۱/۷۵۰a	۶۹۳۶/۰a	۳۶۷/۲f	۰۵۶۳/۴a	۴۹۳/۳۴a
I2 N1	۰۳۱/۳۶۷fg	۳۷۷/۰ef	۳۱۷/۱h	۶۱۴۷/۱e	۴۹۳/۱۹fg
I2 N2	۶۹۸/۳۸۷ef	۴۴۹۵/۰d	۶۴۵/۲d	۴۹۷/۲c	۹۹۶/۲۰ef
I2 N3	۶۱۵/۵۹۰d	۵۰۷/۰c	۳۳۲/۳c	۴۹۸/۲c	۶۴۳/۲۱de
I2 N4	۸۶۵/۷۱۹b	۶۴۴۵/۰b	۴۹۷/۲e	۲۳۹۷/۳b	۴۶/۲۲d
I3 N1	۶۹۸/۳۴۰h	۳۴۵/۰g	۶۹۷/۰j	۲۹۸/۱e	۴۵۲/۱۶h
I3 N2	۶۹۸/۳۵۹gh	۳۴۲/۰g	۲۷۲/۱h	۴۶۷/۱e	۹۹۳/۱۶h
I3 N3	۹۴۸/۳۸۵ef	۳۵۷/۰fg	۰۸۳/۲g	۶۱۷/۱e	۷۶۸/۱۸g
I3 N4	۶۱۵/۵۸۵d	۳۸۹/۰e	۰۹۷/۱i	۷۵۳/۱de	۸۹۳/۲۴c

I_1، I_2 و I_3به ترتیب آبیاری بعد از ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A

: ۷۵ کیلوگرم در هکتارN_4: ۵۰ کیلوگرم در هکتار وN_3: ۲۵ کیلوگرم در هکتار، N_2: شاهد یا عدم مصرف، N_1

نتایج این مطالعه نشان داد که عملکرد دانه گوار تحت تأثیر متقابل تراکم کشت و مصرف نیتروژن به‌طور معنی‌داری قرار دارد .($P\leq0.01$) بیشترین عملکرد دانه در تیمار تراکم ۶۰ بوته در متر مربع همراه با ۷۵ کیلوگرم

نیتروژن در هکتار حاصل شد، در حالی که کمترین عملکرد مربوط به تراکم ۱۲۰ بوته و بدون مصرف نیتروژن بود (جدول ۳).

اثر متقابل تراکم و نیتروژن بر غلظت عناصر غذایی نیز معنی‌دار بود. بیشترین میزان فسفر در تراکم ۳۰ بوته و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن و کمترین آن در تراکم ۱۲۰ بوته بدون نیتروژن مشاهده شد، که نشان‌دهنده بهینه بودن تراکم پایین و سطح متوسط نیتروژن برای جذب فسفر است. مشابه آن، بیشترین غلظت پتاسیم در تراکم ۳۰ بوته همراه با ۷۵ کیلوگرم نیتروژن ثبت شد، در حالی که کمترین مقدار در تراکم بالا و بدون نیتروژن مشاهده شد. این الگو نشان می‌دهد که هماهنگی بین تراکم مناسب و تأمین نیتروژن کافی می‌تواند با کاهش رقابت بین بوته‌ها و تحریک رشد ریشه، جذب و انتقال پتاسیم را بهینه نماید (جدول ۳).

همچنین، تولید صمغ به عنوان یکی از ویژگی‌های اقتصادی گوار نیز به شدت تحت تأثیر تعامل تراکم و نیتروژن قرار داشت. بیشترین میزان صمغ در تراکم ۳۰ بوته و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و کمترین آن در تراکم ۱۲۰ بوته بدون نیتروژن به دست آمد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که تراکم مناسب و تغذیه نیتروژنی کافی، ضمن بهبود عملکرد کمی دانه، تولید ترکیبات مفید گیاه را نیز افزایش می‌دهد و برای برنامه‌ریزی زراعی در بهینه‌سازی کیفیت و کمیت محصول اهمیت دارد (جدول ۳).

جدول ۳-مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تاثیر ترکیبات تیماری تراکم بوته و نیتروژن در واحد سطح

تراکم در نیتروژن	عملکرد دانه	فسفر	پتاسیم	صمغ
D1 N1	۲۳۶/۲۲۴h	۳۷۳۳/۰f	۹۱۳/۴a	۸۸۷/۲۱de
D1 N2	۱۲۴/۴۶۷d	۴۹۶۷/۰d	۳۸/۳e	۶۵۳/۲۴c
D1 N3	۰۱۳/۶۲۰b	۷۱۲۵/۰a	۶۶۷/۳c	۶۳۱/۳۱a
D1 N4	۰۷۲/۷۰۹a	۶۲۳۶/۰b	۴۶۷/۴b	۷۵۲/۳۱a
D2 N1	۱۲۴/۴۲۳e	۳۶۲۵/۰f	۱۸/۳f	۴۶۴/۱۹fg
D2 N2	۷۹۱/۵۳۲c	۴۵۳۳/۰e	۴۶/۳de	۲۰۲/۲۳cd
D2 N3	۵۶۹/۷۲۶a	۴۸۵۶/۰de	۵۷۸/۳cd	۹۶۴/۲۶b
D2 N4	۴۵۸/۳۶۱f	۵۷۶۷/۰c	۸۷۸/۴a	۰۷۶/۳۰a
D3 N1	۰۱۳/۶۴۵b	۳۲/۰gh	۹۶۷/۱j	۵۳۱/۱۷gh
D3 N2	۳۴۷/۳۹۷e	۳۴۳۳/۰fg	۱۸۹/۲i	۷۵۳/۱۸fg
D3 N3	۰۱۳/۷۱۴a	۳۴۸/۰fg	۹۱۱/۲g	۲۰۹/۱۹fg
D3 N4	۳۴۷/۳۶۱f	۶۱۳۳/۰bc	۷۱۳/۴a	۹۷۶/۱۹ef
D4 N1	۰۱۳/۲۷۷g	۲۸/۰i	۷۳۳/۱k	۷۳۷۶/۱۴i
D4 N2	۳۴۷/۵۳۸c	۲۹/۰hi	۷۳۳/۱k	۰۷۶/۱۶hi
D4 N3	۰۱۳/۷۱۲a	۳۴/۰fg	۰۸/۲ij	۹۳۲/۱۷fgh
D4 N4	۳۴۷/۳۴۸f	۳۴۶۷/۰fg	۳۶۹/۲h	۹۳۱/۱۸fg

D_1، D_2، D_3و D4به ترتیب تراکم ۳۰،۶۰، ۹۰و۱۲۰ بوته در مترمربع

N_1: شاهد یا عدم مصرف، N_2: ۲۵ کیلوگرم در هکتار، N_3: ۵۰ کیلوگرم در هکتار وN_4: ۷۵ کیلوگرم در هکتار

نتیجه‌گیری کلی

مطالعه حاضر نشان داد که مدیریت همزمان آبیاری، تراکم بوته و تغذیه نیتروژنی نقش حیاتی در بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه گوار دارد. تراکم بهینه همراه با نیتروژن کافی و آبیاری مناسب موجب افزایش عملکرد دانه، تولید صمغ و جذب عناصر غذایی شده و در مقابل، تراکم زیاد و کمبود آب و نیتروژن باعث کاهش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود. این نتایج

اهمیت تلفیق عوامل زراعی برای بهره‌وری پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک را تأیید کرده و راهنمای عملی برای بهینه‌سازی کشت گوار ارائه می‌دهد.

فهرست منابع

Akhtar, L. H., Bukhari, S., Salah-ud-Din, S., & Minhas, R. (2012). Response of new guar strains to various row spacing. *Pakistan Journal of Agriculture Science*, 49(4), 469-471.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). *FAO production yearbook* (Vol. 58). Rome, Italy:

Venugopalan, V. K., Nath, R., Sengupta, K., Nalia, A., Banerjee, S., Chandran, M. A. S., Ibrahimova, U., Dessoky, E. S., Attia, A. O., Hassan, M. M., & Hossain, A. (2021). The response of lentil (*Lens culinaris* Medik.) to soil moisture and heat stress under different dates of sowing and foliar application of micronutrients. *Frontiers in Plant Science*, 12, 679469.

Ghazanshahi, J. (2006). *Plant and soil analysis*. Aiizh Publication.

Lone, B. A., Hassan, B., Ansar-Ul-Hagh, S., & Khan, H. (2010). Effect of seed rate, row spacing and fertility levels on relative economics of soybean (*Glycine max* L.) under temperate conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 5(5), 322-324.

Razavi, S. M. A., Mortazavi, S. A., Matia-Merino, L., Hosseini-Parvar, S. H., Motamedzadegan, A., & Khanipour, E. (2009). Optimization study of gum extraction from Basil seeds (*Ocimum basilicum* L.). *International Journal of Food Science & Technology*, 44(9), 1755-1762.

Effects of Irrigation Levels, Plant Density, and Nitrogen on Seed Yield, Mineral Composition, and Gum Quality of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) under Drought Stress

Malek Taghipour Birgani[1], Mohammadreza Moradi Talavat[2]*, Seyed Ataollah Seyedat[3], Aidin Khodaei Jouqan[4], Seyed Amir Mousavi[5]

[1] Ph.D. Student, Department of Plant Production and Genetics, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran

[2] Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran, * Corresponding author's email (Moraditelavat@ramin.ac.ir)

[3] Professor, Department of Plant Production and Genetics, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran

[4] Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran

[5] Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran

Abstract:

In the dry and semi-arid regions of Iran, water scarcity is a major limiting factor for crop production. Guar (Cyamopsis tetragonoloba), due to its high drought and heat tolerance, industrial and medicinal applications, and nitrogen-fixing ability, is suitable for cultivation in these areas. This study investigated the effects of different irrigation levels, plant densities, and nitrogen fertilizer rates on seed yield, plant height, gum content, and nutrient concentrations (P, K, Cu, Zn, Fe) of guar. A factorial experiment with three replications was conducted in Shushtar, testing irrigation (50, 100, 200 mm evaporation), plant density (30–120 plants m^{-2}), and nitrogen (0–75 kg ha^{-1}). Results indicated that the highest seed yield, P and K concentrations, and gum production were achieved under 50 mm irrigation with low-to-moderate density and high nitrogen, while severe water stress, high density, and nitrogen deficiency resulted in the lowest values. These findings highlight the importance of integrated management of irrigation, plant density, and nitrogen fertilization to enhance both the quantity and quality of guar and improve agricultural productivity in dry and semi-arid regions.

Keywords: Guar, Irrigation, Plant Density, Nitrogen, Seed Yield, Gum, Nutrients, Drought Stress