

اثر مقادیر مختلف هیومیک کلات منیزیم و هورمون جیبرلین بر روند رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی  
Effect of different amounts of humic chelate magnesium and Gibberellins on the growth and  
yield of cowpea

سامی سعدی<sup>۱\*</sup>، طبیب ساکی نژاد<sup>۱</sup>

۱- گروه زراعت، واحد اهواز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، اهواز- ایران.

\* نویسنده مسوول مکاتبات: [Samisaadi30@yahoo.com](mailto:Samisaadi30@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۸/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۳

### چکیده

به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف هیومیک کلات منیزیم و هورمون جیبرلین بر روند رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی، آزمایشی در شرایط مزرعه‌ای در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در منطقه شادگان اجرا گردید. عامل اول شامل هیومیک کلات منیزیم در سه سطح (صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌لیتر در هکتار) و عامل دوم نیز شامل هورمون جیبرلین در سه سطح (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ پی پی ام) بود. نتایج نشان داد محلول‌پاشی با غلظت ۴۰۰ میلی‌لیتر در هکتار هیومیک کلات منیزیم و غلظت ۳۰۰ پی پی ام جیبرلین باعث افزایش شاخص سطح برگ (LAI) و ماده خشک کل (TDW) شد، و محلول‌پاشی با غلظت‌های ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار هیومیک کلات منیزیم و ۱۵۰ پی پی ام جیبرلین نیز از لحاظ سرعت رشد محصول (CGR)، سرعت رشد نسبی (RGR) و سرعت فتوسنتز خالص (NAR) بیش‌تر بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت بین سطوح مختلف هیومیک کلات منیزیم از نظر عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. از نظر تفاوت بین سطوح مختلف جیبرلین، عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری مشاهده شد. همچنین در اثر متقابل بین هورمون‌ها، عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار هیومیک کلات منیزیم در ۱۵۰ پی پی ام جیبرلین با ۲۷۲۰ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین آن در تیمار شاهد با ۱۹۵۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که اثر تیمار مصرف هورمون جیبرلین در افزایش مقادیر مختلف صفات مورد ارزیابی، نسبت به تیمار مصرف هیومیک کلات منیزیم بیش‌تر بود و کاربرد غلظت ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار هیومیک کلات منیزیم و ۱۵۰ پی پی ام جیبرلین تاثیر بهتری بر عملکرد و اجزای آن و شاخص‌های فیزیولوژیکی نسبت به مقادیر غلظت بالاتر از خود نشان داد.

واژگان کلیدی: آنالیز رشد، لوبیا چشم بلبلی، هیومیک کلات منیزیم، جیبرلین، LAI، NAR

## مقدمه

توجه به نظریه‌های جدید، مواد هیومیک مجموعه‌ای متنوع از مولکول‌های با جرم مولکولی نسبتاً کم هستند که متشکل از ترکیبات پویای تثبیت شده توسط فعل و انفعالات هیدروفوبیک و پیوندهای هیدروژنی می‌باشند (Atiyeh et al., 2002). شناخت و بررسی شاخص‌های رشد در تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد و اجزای آن از اهمیت زیادی برخوردار است (رستگار و خدادادی، ۱۳۸۷). برای حداکثر سرعت رشد محصول باستی به میزان کافی برگ در جامعه گیاهی وجود داشته‌باشد تا بیش‌ترین مقدار نور خورشید را که روی جامعه گیاهی می‌تابد جذب‌گردد. وقتی این حالت رخ می‌دهد میزان کارایی فتوسنتزی محصول (CGR) توسط بازده فتوسنتزی برگ‌ها (NAR) تعیین می‌گردد و کارایی NAR می‌تواند تحت تاثیر مقدار تشعشع خورشیدی، قابلیت فتوسنتزی برگ‌ها، LAI، چگونگی توزیع یکنواخت تشعشع خورشید بر سطوح برگ‌ها و مقدار تنفس در گیاه قرارگیرد (گاردنر و همکاران، ۱۳۸۰). قربانی و همکاران (۱۳۹۲) به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴، اعلام نمودند که اسیدهیومیک بر شاخص سطح برگ تاثیر معنی‌داری داشت و به‌دلیل بالا بودن شاخص و دوام سطح برگ، بیش‌ترین عملکرد دانه را به‌خود اختصاص داد و کم‌ترین عملکرد دانه نیز در تیمار شاهد به‌دست آمد. عسکری و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر رشد نعنا فلفلی به این نتیجه رسیدند که اسیدهیومیک باعث بهبود وزن خشک برگ و افزایش سطح برگ شد که در نتیجه آن عملکرد محصول نسبت به تیمار شاهد قابل قبول بود. این پژوهش با هدف بررسی اثر هورمون جیبرلین و هیومیک کلات منیزیم بر روند تغییرات رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی با هدف به دست آوردن بیش‌ترین عملکرد اقتصادی اجرا گردید.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳، در دهستان بوزی در روستای شبیشه واقع در شهرستان شادگان اجرا شد. مزرعه آزمایشی در شمال شرقی

حبوبات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع گیاهی غنی از پروتئین بعد از غلات، دومین منبع مهم غذایی انسان به‌شمار می‌روند. این گیاهان متعلق به‌خانواده بقولات و زیرخانواده پروانه‌آسایان می‌باشند (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۸۸). با توجه به این‌که بازده عملکرد حبوبات در واحد سطح در اکثر نقاط کشور بسیار پایین است بنابراین با برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح می‌توان تا حدودی به عملکرد مطلوب دست پیدا کرد و از کاهش تولید آن جلوگیری نمود و این تنها در صورتی است که بتوان به‌کمک گیاه و شاخص‌های مربوط به آن برنامه‌ریزی صحیح و مناسبی در جهت تاریخ کاشت مطلوب و کوددهی مناسب انجام داد که در نتیجه گامی به‌سوی استفاده بهینه از منابع آب و خاک کشور برداشته می‌شود، در ایران و به‌خصوص مناطق نیمه غربی آن، حبوباتی مثل لوبیا، نخود و عدس نقش مهمی در بقای کشاورزی این مناطق ایفا می‌کنند (نصری و همکاران، ۱۳۹۱). رشد و نمو گیاه توسط یک برهم‌کنش میان هورمون‌هایی شامل: اسید جیبرلیک، اکسین، سائتوکنین، اسید آبسزیک و اتیلن تنظیم می‌شود. برخلاف هورمون‌های جانوری که اثرات ویژه‌ای دارند، هورمون‌های گیاهی در تعادل با یکدیگر عمل می‌کنند. آن‌ها در بسیاری از موارد دارای نقش پیوسته‌ای می‌باشند و حداکثر اثر آن‌ها به‌تعادل دینامیکی این هورمون‌ها که در یک مرحله خاص از رشد و نمو گیاه حاصل می‌شود، بستگی دارد (Amarjit, 2004). جیبرلین‌ها علاوه بر اثراتی که بر طول شدن ساقه دارد، هنگامی که بر گیاهان سالم پاشیده‌شود، سبب افزایش سطح برگ‌ها در تعدادی گیاهان مختلف نیز می‌شود، به‌طور مشابه استفاده از جیبرلین‌ها سبب افزایش اندازه غنچه‌های گل در گیاهان کاملیا و گل شمعدانی و تعدادی گیاهان دیگر می‌شود. همچنین پس از پاشیدن GA، اندازه برخی میوه‌ها افزایش می‌یابد (Du Toi et al., 2004). اسید هیومیک یک ترکیب پلیمری طبیعی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به‌وجود می‌آید که می‌تواند جهت افزایش محصول به‌کار گرفته‌شود (Naderi et al., 2002). با

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، مزرعه مورد آزمایش در عمق ۳۰- صفر سانتی‌متری نمونه‌گیری شد که نتایج آن در جدول یک آمد.

اهواز با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۰ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۹ درجه شرقی با ارتفاع ۱۰ متر از سطح دریا می‌باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش  
Table 1. Results of analysis of the soil

شوری Ec (ds/m)	اسیدیته PH	کربن آلی O.C (%)	فسفر Phosphor (PPM)	پتاسیم Potassium (PPM)	شن (%) Sand (%)	سیلت (%) Silt (%)	رس (%) Clay (%)	بافت Texture
2.5	7.1	0.71	4	145	11.5	47	41	0-30

که فاصله بین خطوط کاشت ۶۵ سانتی‌متر اعمال شد. هورمون‌ها و کلات نیز به صورت محلول اسپری شدند و زمان اعمال تیمارها از ۳۰ روزگی و شروع نمونه‌گیری از ۲۸ روزی گیاه و هر ۱۴ روز یک‌بار نمونه‌گیری انجام شد. به منظور مطالعه اثر تیمارهای آزمایشی بر روند رشد گیاه با فاصله زمانی هر ۱۴ روز از سه تکرار آزمایش، سه نمونه از هر کرت برداشت و سپس سطح برگ‌ها با استفاده از روش ترسیمی اندازه‌گیری شد و سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون در درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا خشک شوند و پس از خشک شدن، توزین شدند. در هر بار نمونه‌برداری، وزن خشک کل (TDW) و وزن خشک برگ‌ها (LDW) و مساحت برگ (LA) (۱۰ برگ به صورت تصادفی جدا و به روش ترسیمی) اندازه‌گیری شدند و با توجه به این صفات، پارامترهای شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت رشد گیاه (CGR)، سرعت رشد نسبی (RGR) و سرعت جذب خالص (NAR) محاسبه گردیدند. در نهایت برداشت نهایی زمانی که برگ‌ها کاملاً زرد شدند و عملکرد (با رطوبت ۱۵ درصد) به صورت دستی اعمال شد. جهت به دست آوردن عملکرد دانه، به مساحت دو مترمربع از هر کرت برداشت صورت گرفت و سپس محصول دانه به دست آمده، توزین گردید. تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین تیمارها با روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2013 استفاده شد.

این پژوهش به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. عامل اول شامل هیومیک کلات منیزیم در سه سطح (صفر، ۲۰۰، ۴۰۰ میلی‌لیتر در هکتار) و عامل دوم شامل هورمون جیبرلین در سه سطح (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ پی پی ام) اعمال گردید. عملیات تهیه زمین شامل دیسک سبک جهت احداث شیار و نفوذ بیش‌تر آب در زمین، ماخار کردن زمین مورد آزمایش، عملیات کودپاشی بر حسب آزمون خاک شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دیسک، تسطیح با ماله و در نهایت ایجاد ردیف‌های کاشت جوی و پشته با فارور در اواخر خرداد ماه بود. براساس آزمون خاک مصرف کودهای شیمیایی، کود اوره و سوپر فسفات تریپل به ترتیب به میزان ۳۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار به طور هم‌زمان و به عنوان کود پایه در مزرعه پخش و زیر خاک قرار گرفت. کاشت با دست و به صورت کپه‌ای و در هر نقطه دو تا سه بذر جهت حصول اطمینان از رویش، در ۲۵ تیر ماه صورت گرفت. فاصله بذرهای روی ردیف‌ها از یکدیگر ۱۵ سانتی‌متر بود. بذور مورد استفاده ابتدا با قارچ‌کش کاپتان به میزان دو در هزار ضد عفونی شدند. با توجه به گرمای شدید هوا در ابتدای دوره رشد آبیاری با فواصل پنج روز یک مرتبه و به تدریج در طول دوره رشد، دور آبیاری افزایش و به هفته‌ای یک مرتبه رسید. همچنین به منظور کنترل تراکم، پس از سبزشدن تنک‌کاری انجام شد و تعداد آن‌ها به یک عدد کاهش یافت. طول و عرض هر کرت پنج متر بود و هر کرت شامل شش خط کاشت

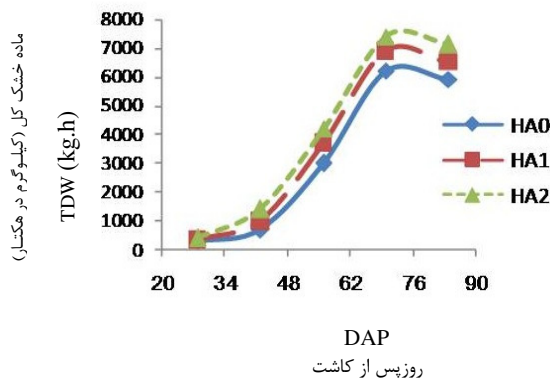
## نتایج و بحث

### ماده خشک کل (TDW)

نتایج نشان داد در روز ۷۰، بیشترین ماده خشک کل مربوط به اثر غلظت ۳۰۰ پی پی ام، هورمون جیبرلین با ۷۹۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد هورمون جیبرلین (شاهد) با ۶۵۰۰ کیلوگرم در هکتار در لوبیا چشم بلبلی بود (نمودار یک). به نظر می‌رسد، بالاتر بودن مقدار TDW در غلظت بیش‌تر جیبرلین به این دلیل است که اختلاف مقدار فتوسنتز جاری گیاه از مقدار کل تنفس آن نسبت به مقادیر کم‌تر بالاتر بود و در نتیجه، مازاد این اختلاف باعث بیش‌تر شدن ماده خشک این تیمار گردید. براساس نظر اکبری و همکاران (Akbari *et al.*, 2008) محلول‌پاشی

هورمون جیبرلین باعث افزایش ماده خشک کل نسبت به شاهد به‌واسطه بیش‌تر شدن وزن خشک برگ و ساقه در گیاه ماش شد که با این نتایج مطابقت داشت. نتایج در سطوح مختلف هیومیک کلات منیزیم نشان داد، بیش‌ترین ماده خشک کل تولید شده در ۷۰ روز پس از کاشت مربوط به سطح غلظت هورمون ۴۰۰ میلی‌لیتر در هکتار با حدود ۷۴۰۰ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین ماده خشک کل مربوط به عدم کاربرد هورمون (شاهد) با حدود ۶۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (نمودار دو).

براساس نتایج ساکی‌نژاد (Saki Nejad, 2014) با افزایش غلظت اسیدهیومیک، وزن خشک کل در لوبیا چشم بلبلی نسبت به شاهد افزایش‌یافت که با نتایج این آزمایش مطابق بود.



نمودار ۱- روند تغییرات ماده خشک کل در مقادیر مختلف جیبرلین نمودار ۲- روند تغییرات ماده خشک کل در مقادیر مختلف هیومیک کلات منیزیم

Fig 2. process of change TDW amounts of humic chelate magnesium

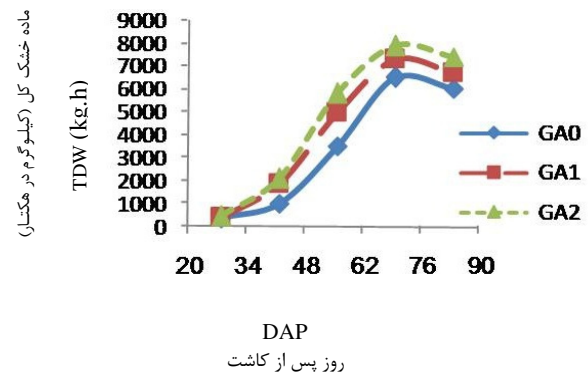


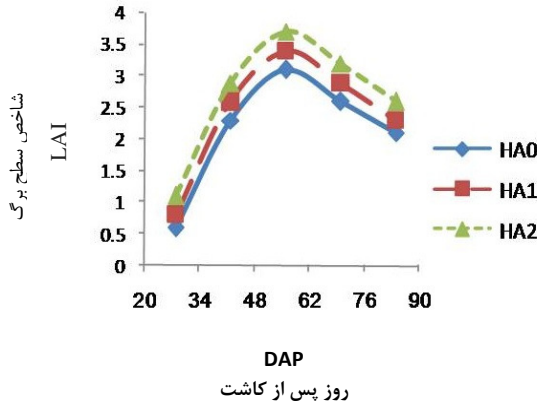
Fig 1. The process of change TDW in arious In various amounts of Gibberellins

داشت. به‌طورکلی می‌توان گفت که هورمون جیبرلین با تحت تأثیر قراردادن فرآیندهای سلولی از جمله تحریک تقسیم سلولی و طولی شدن سلول‌ها سبب افزایش رشد رویشی می‌گردد (Abd El- Aal *et al.*, 2008). در سطوح مختلف هیومیک کلات منیزیم، بیش‌ترین شاخص سطح برگ مربوط به سطح غلظت هورمون ۴۰۰ میلی‌لیتر در هکتار با ۳/۸ و کم‌ترین شاخص سطح برگ مربوط به عدم کاربرد هورمون (شاهد)

### شاخص سطح برگ (LAI)

براساس نتایج، بیش‌ترین شاخص سطح برگ مربوط به سطح غلظت هورمون ۳۰۰ پی پی ام با ۳/۸ و کم‌ترین شاخص سطح برگ مربوط به عدم کاربرد هورمون (شاهد) با ۳/۱ بود (نمودار سه). نتایج این آزمایش با یافته‌های گواگ و همکاران (Guak *et al.*, 2001) و لیت و همکاران (Leite *et al.*, 2003) که بیان‌داشتند جیبرلین سبب افزایش سطح برگ در گیاه سویا می‌شود، مطابقت

همکاران (Ashraf *et al*, 2002) مطابقت داشت. با افزایش مقدار اسیدهیومیک نسبت به شاهد باعث افزایش سطح برگ و دوام سطح برگ در ذرت شد (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹).



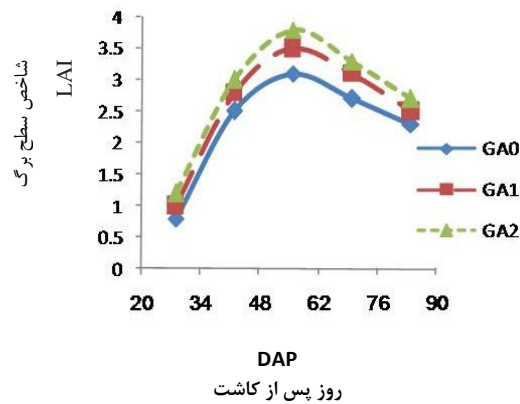
نمودار ۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ در مقادیر مختلف هیومیک کلات منیزیم

Figure 4. process of change LAI in various amounts of humic chelate magnesium

سایه‌اندازی برگ‌ها بر یکدیگر، NAR به شدت کم می‌شود و در نتیجه سرعت رشد محصول کاهش می‌یابد، کاهش سرعت رشد محصول را تا نزدیک صفر می‌توان به دلیل کاهش فتوسنتز خالص و همچنین مصرف مواد ذخیره شده در مسیر تنفس دانست. هاردتک (Hardtke, 2003) و دولن و دیویس (Dolan and Davies, 2004) بیان داشتند که جیبرلین از طریق مقابله با بعضی پروتئین‌های بازدارنده تقسیم سلولی موجود در ریشه موجب تسریع تقسیم سلولی و افزایش رشد در گیاهان می‌شود.

بیسواس و همکاران (Biswas *et al*, 2003) و لوپز و همکاران (Lopez *et al*, 2000) اظهار داشتند سرعت رشد محصول تا مرحله گرده‌افشانی مرتب افزایش‌یافت و آن‌گاه بعد از این مرحله روند نزولی به‌خودگرفت و سرعت رشد محصول در مرحله رسیدگی دانه به صفر رسید. طبق نتایج سطوح مختلف هیومیک کلات منیزیم، بیش‌ترین سرعت رشد محصول مربوط به سطح غلظت هورمون

با ۳/۱ بود (نمودار چهار). اسیدهیومیک همراه با کلات منیزیم نیز نسبت به شاهد باعث افزایش شاخص سطح برگ در لوبیا شد (نمودار چهار). که علت آن را می‌توان به افزایش میزان نیتروژن گیاه دانست که با نتایج اشرف و



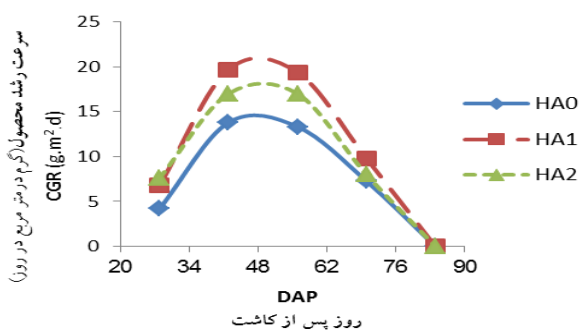
نمودار ۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ در مقادیر مختلف جیبرلین

Figure 3. The process of change LAI various amounts of Gibberellins

### سرعت رشد محصول (CGR)

براساس نتایج سطوح مختلف جیبرلین، بیش‌ترین سرعت رشد محصول مربوط به سطح غلظت هورمون ۱۵۰ پی پی ام با ۱۹ گرم در مترمربع در روز و کم‌ترین سرعت رشد محصول مربوط به عدم کاربرد هورمون (شاهد) با ۱۴ گرم در مترمربع در روز نمایان بود (نمودار پنج). مقدار سرعت رشد گیاه در پاسخ به غلظت هورمون ۱۵۰ پی پی ام هورمون جیبرلین در طول فصل رشد نسبت به شاهد بیش‌تر بود، چرا که با افزایش شاخص سطح برگ و دریافت بیش‌تر تشعشع خورشیدی، رشد گیاه از سرعت بیش‌تری برخوردار بود. افزایش سرعت رشد محصول در هورمون جیبرلین به‌علت زیاد شدن سطح برگ‌ها می‌باشد. زیرا برگ‌ها عامل مهمی در فتوسنتز و افزایش ماده خشک می‌باشند اما از آنجا که CGR علاوه بر LAI به NAR که کارایی فتوسنتز محسوب می‌شود، بستگی دارد. بنابراین هنگامی که LAI خیلی زیاد می‌شود به‌علت

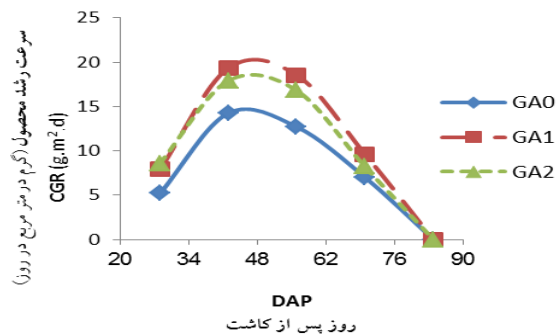
(Taylor and Cooper, 2004) دریافتند که مصرف اسیدهیومیک به صورت محلول یا پودر باعث افزایش سرعت رشد گیاه هویج شد. اسیدهیومیک با کلات کردن عناصر ضروری، باعث افزایش جذب عناصر شد و باروری و تولید که را در گیاهان افزایش داد این امر می تواند در افزایش سرعت رشد محصول مؤثر باشد (Liu and Cooper, 2000).



نمودار ۶- روند تغییرات سرعت رشد محصول در مقادیر مختلف هیومیک کلات منیزیم

Figure 6. process of change CGR in various amounts of humic chelate magnesium

۲۰۰ میلی لیتر در هکتار با ۱۹ گرم در مترمربع در روز و کمترین سرعت رشد محصول مربوط به عدم کاربرد هورمون (شاهد) با ۱۳ گرم در مترمربع در روز مشاهده شد (نمودار شش). به نظر می رسد که غلظت های (۵۰-۶۰ میلی گرم در لیتر) اسید هیومیک رشد گیاه را به صورت معنی داری افزایش می دهد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (سبزواری و همکاران، ۱۳۸۹). تیلور و کوپر



نمودار ۵- روند تغییرات سرعت رشد محصول در مقادیر مختلف جیبرلین

Figure 5. The process of change CGR in various amounts of Gibberellins

وجود داشت که با گذشت زمان روند نزولی به خود گرفت که افزایش سن گیاه و تراکم گیاهی و سایه اندازی بیش تر علت اصلی آن است (نمودار هفت). علت افزایش فتوسنتز در کاربرد جیبرلین را می توان به خاطر توسعه سطح برگ توسط این هورمون در نتیجه جذب بیش تر تشعشع خورشیدی دانست که در اثر کاربرد جیبرلین با غلظت ۱۵۰ پی پی ام با گذشت زمان به علت توسعه بیش تر و پایدارتر برگ، نسبت به مقدار بالاتر و شاهد از فتوسنتز بیش تری برخوردار بود همچنین در آخر دوره روند تغییرات مقدار سرعت فتوسنتز منفی می شود به دلیل این که این برگها بر روی یکدیگر سایه اندازی می کنند، بنابراین یک سری از برگها در سایه برگهای دیگر قرار گرفته و نور کافی حتی برای تأمین مواد فتوسنتزی مورد نیاز خود را تأمین نمی کند و به صورت انگل در می آیند. بنابراین مشاهده می شود که سطح برگ زیاد شد ولی عملاً یک سری برگها به دلیل مسن شدن، در سایه

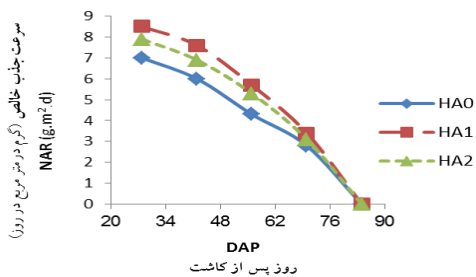
### سرعت فتوسنتز خالص (NAR)

بر اساس نتایج سطوح مختلف جیبرلین، بیشترین سرعت جذب خالص در اوایل دوره رشد گیاه مربوط به سطح غلظت هورمون ۱۵۰ پی پی ام با حدود هفت گرم در مترمربع در روز و کمترین سرعت جذب خالص مربوط به عدم کاربرد هورمون (شاهد) با حدود شش گرم در مترمربع در روز بود (نمودار هفت). این نتایج با گزارش ساکی نژاد (Saki Nejad, 2014) بر روی لوبیا چشم بلبلی مطابقت داشت. تحقیقات بر روی گوجه فرنگی نشان داد که کاربرد برگی جیبرلین موجب افزایش فتوسنتز گردید که این امر به دلیل افزایش سطح برگ یا افزایش آهنگ فتوسنتز در واحد سطح برگ بود. ثابت شد که هورمون جیبرلین فعالیت آنزیم ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز اکسیژناز (رابیسکو) که آنزیم عمده فتوسنتزی در گیاهان را افزایش می دهد (اکبری و معلمی، ۱۳۸۹). بیشترین مقدار سرعت فتوسنتز خالص در تمام تیمارها در روز ۱۵

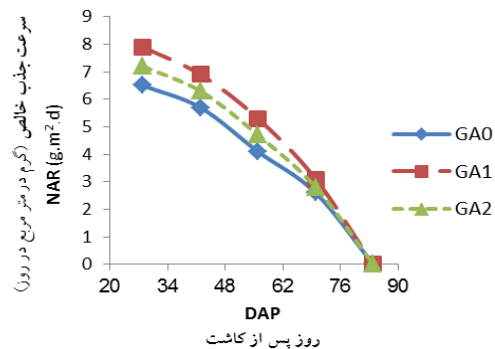
فعال‌سازی آنزیم‌ها و ساخت کلروفیل بیش‌تر دانست (نمودار هشت).

تجادا و گنزالز (Tejada and Gonzalez, 2003) با محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و مقایسه آن با محلول‌پاشی اسیدهیومیک، مشاهده‌کردند که میزان غلظت کلروفیل و کارتنوئید ساقه‌های خوراکی افزایش یافت. سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) نشان دادند که اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌داری در مقدار کلروفیل در سطح پنج درصد در گندم شد. اسیدهیومیک با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد در افزایش عملکرد و کیفیت محصول نقش دارد (Ashraf *et al.*, 2002). که با نتایج ساکی‌نژاد (Saki Nejad, 2014) بر روی لوبیا چشم بلبلی مطابقت‌داشت.

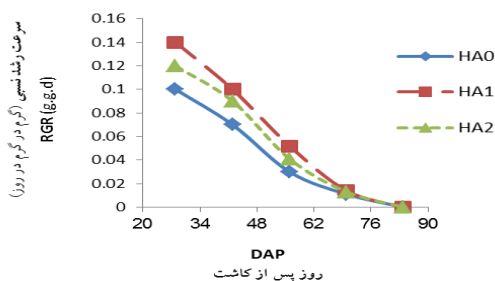
قرارگرفتن از صحنه خارج شدند و به حالت انگل در می‌آیند (نمودار هفت). طبق نتایج سطوح مختلف هیومیک کلات منیزیم، بیش‌ترین سرعت جذب خالص در اوایل دوره رشد گیاه مربوط به سطح غلظت هورمون ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار با حدود ۸/۵ گرم در مترمربع در روز و کم‌ترین سرعت جذب خالص مربوط به عدم کاربرد هورمون (شاهد) با حدود هفت گرم در مترمربع در روز بود (نمودار هشت). نتایج نشان داد که اسید هیومیک به مقدار ۱۰۰ پی پی ام به‌همراه کود پتاسیم به‌طور معنی‌داری سرعت جذب خالص و توسعه سطح برگ لوبیا چشم بلبلی را افزایش داد (Motaghi and Saki Nejad, 2014). اسیدهیومیک نسبت به شاهد از فتوسنتز خالص بیش‌تری برخوردار بود که علت آن را می‌توان



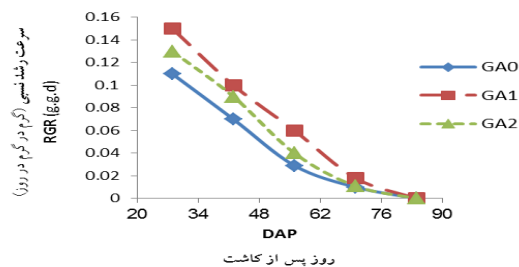
نمودار ۸- روند تغییرات سرعت فتوسنتز خالص در مقادیر مختلف هیومیک کلات منیزیم  
Figure 8. process of change NAR in amounts of humic chelate magnesium



نمودار ۷- روند تغییرات سرعت فتوسنتز خالص در مقادیر مختلف جیبرلین  
Figure 7. The process of change NAR various In various amounts of Gibberellins



نمودار ۱۰- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در مقادیر مختلف هیومیک کلات منیزیم  
Figure 10. process of change RGR in various amounts of humic chelate magnesium



نمودار ۹- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در مقادیر مختلف جیبرلین  
Figure 9. The process of change RGR In various amounts of Gibberellins

### سرعت رشد نسبی (RGR)

براساس نتایج، بیش‌ترین سرعت رشد نسبی در ابتدای دوره رشد گیاه مربوط به سطح غلظت هورمون جیبرلین ۱۵۰ پی پی ام و کم‌ترین سرعت رشد محصول مربوط به عدم کاربرد هورمون (شاهد) بود (نمودار نه). سرعت رشد نسبی با تغییرات وضعیت فتوسنتز و تنفس گیاه تغییر می‌یابد و به همین دلیل با گذشت زمان، رشد گیاه با افزایش مقدار تنفس در اواخر دوره رشد کاهش یافت و صفر می‌گردد. میزان رشد نسبی بیان‌کننده مقدار ماده خشک تجمع یافته در گیاه در واحد زمان است. سرعت رشد نسبی در گیاهان زراعی در دوره زندگی گیاه روند کاهشی دارد. علت روند نزولی سرعت رشد نسبی را می‌توان در تجمع ماده خشک که عمدتاً به بافت‌های تمایز نیافته اختصاص دارد، جستجو نمود، همچنین پدیده سایه‌اندازی بر یکدیگر را می‌توان در این کاهش موثر دانست. این نتایج با گزارش لک و همکاران (۱۳۸۶) بر روی ذرت مطابقت داشت. هورمون جیبرلین احتمالاً به دلیل سرعت بخشیدن به تشکیل بافت‌های بالغ و کاهش سرعت تشکیل بافت‌های مریستمی، روند کاهشی سرعت رشد نسبی را افزایش می‌دهد همین‌طور چنین حالتی در تنش‌های خشکی نیز دیده می‌شود (ساک‌نژاد، 2014, Saki Nejad).

این نتایج با پژوهش‌های ساکی‌نژاد و متقی (Saki Nejad and mottaghi, 2014) مطابقت داشت. براساس نتایج سطوح مختلف هیومیک کلات منیزیم، بیش‌ترین سرعت رشد نسبی در ابتدای رشد گیاه چشم‌بلی مشاهده شد که مربوط به سطح غلظت هورمون ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و کم‌ترین سرعت رشد نسبی هم مربوط به عدم کاربرد هورمون (شاهد) مشاهده شد (نمودار ۱۰). حسینی و همکاران (۱۳۹۲) اعلام نمودند که کاربرد اسید هیومیک در لوبیا چشم‌بلی باعث افزایش سرعت رشد نسبی در ابتدای دوره رشد نسبت به شاهد (عدم مصرف هورمون) شد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. همچنین طبق نتایج آبر و همکاران (Abeer et al., 2015) کاربرد اسید

هیومیک نیز باعث بهبود سرعت رشد نسبی در باقلا شد.

### عملکرد دانه

تفاوت مقادیر مختلف هیومیک کلات منیزیم بر عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد و اثر جیبرلین و همچنین اثر متقابل جیبرلین در اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول دو). بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به غلظت هورمون جیبرلین ۱۵۰ پی پی ام با ۲۴۶۰ کیلوگرم در هکتار بود و کم‌ترین آن مربوط به عدم کاربرد هورمون با ۲۰۴۰ کیلوگرم در هکتار بود (نمودار ۱۱). بیش‌ترین عملکرد دانه در هیومیک کلات منیزیم متعلق به غلظت ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار با ۲۴۳۳ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین آن متعلق به عدم کاربرد هورمون با ۲۱۳۰ کیلوگرم در هکتار بود (نمودار ۱۲). همچنین بیش‌ترین عملکرد دانه متعلق به تیمار جیبرلین ۱۵۰ پی پی ام در اسید هیومیک ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار با ۲۷۲۰ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین آن مربوط به تیمار شاهد (عدم کاربرد هورمون) با ۱۹۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (نمودار ۱۳). طی آزمایشی که ساکی‌نژاد (Saki Nejad, 2014) در مورد تاثیر هورمون جیبرلین بر روی گیاه لوبیا انجام داد، نتایج به دست آمده نشان از افزایش عملکرد دانه با استفاده از هورمون را داشت و کم‌ترین میزان متعلق به شاهد (عدم استفاده از هورمون) بود که با نتایج به دست آمده، تطبیق می‌کند. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۲) در آزمایشی با اثر هورمون جیبرلین در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ پی پی ام) بر عملکرد ذرت اعلام نمودند که غلظت ۱۰۰ پی پی ام باعث افزایش عملکرد شد هرچند اختلاف معنی‌داری بین ۱۰۰ و ۲۰۰ پی پی ام مشاهده نشد. با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان گفت که هورمون جیبرلین با تاثیر بر شاخص‌های رشد و بهبود آن‌ها، باعث افزایش معنی‌داری عملکرد دانه گردید. نتایج این آزمایش با کارهای محققانی همچون رضانی و شکافنده (Ramazani and Shekafandeh, 2009) و جنیفر (Jennifer, 2009)



آن باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (Naderi *et al.*, 2002). قربانی و همکاران گزارش دادند که محلول‌پاشی با مقدار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر ذرت به دلیل بهبود شاخص‌های رشد، سبب افزایش عملکرد دانه شد. محلول‌پاشی اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد دانه در برنج گردید (Saha *et al.*, 2013).

مطابقت داشت. قربانی و همکاران (۱۳۹۲) طی آزمایشی در بررسی اسید هیومیک بر ذرت بیان داشت که عملکرد دانه در سطوح اسید هیومیک دارای معنی‌داری در سطح پنج درصد بود. اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر سوخت و ساز سلول‌های گیاهی، افزایش غلظت کلروفیل برگ و فتوسنتز و بالطبع

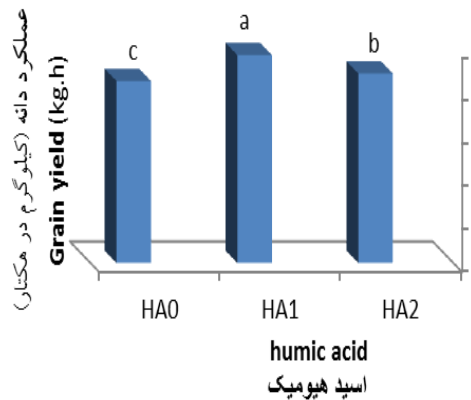
جدول ۲- تجزیه واریانس صفت عملکرد لوبیا چشم بلبلی

Table 2- Analysis of variance cowpea yield.

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی (DF)	عملکرد دانه Grain yield
humic acid	اسید هیومیک	2	986.815 <sup>*</sup>
Gibberellin	جیبرلین	2	2303.702 <sup>**</sup>
humic acid × Gibberellin	اسید هیومیک × جیبرلین	4	1453.705 <sup>**</sup>
Error	خطا	16	173.258
CV (%)	ضریب تغییرات (%)	-	5.8

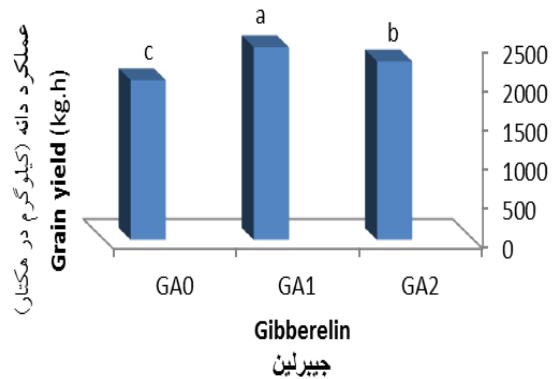
<sup>ns</sup>، \* و \*\* به ترتیب بیانگر تفاوت غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد می‌باشد.

ns, \* and \*\* represent significant and meaningful difference in level five and one percent



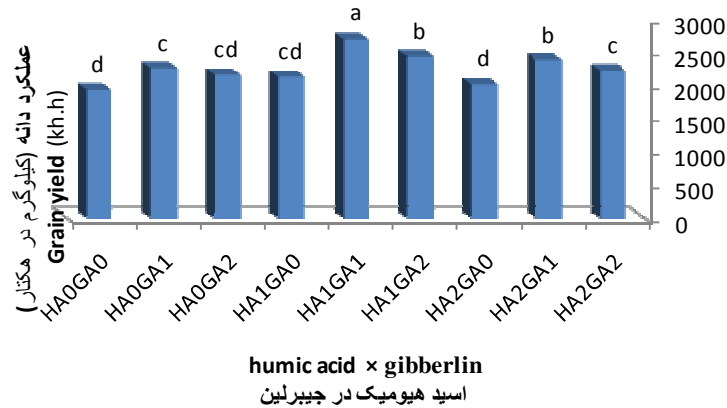
نمودار ۱۲- میانگین عملکرد دانه در مقادیر مختلف هیومیک کلات منیزیم

Figure 12. Average grain yield in humic chelate magnesium



نمودار ۱۱- میانگین عملکرد دانه در مقادیر مختلف جیبرلین

Figure 11. Average grain yield amounts of In various amounts of Gibberellins



نمودار ۱۳- میانگین عملکرد دانه تحت اثرات متقابل اسیدهیومیک در جیبرلین در لوبیا چشم بلبلی  
Figure 13. Average grain yield interactions of humic acid in Gibberellin in cowpea

محلول پاشی هورمون جیبرلین در غلظت ۱۵۰ پی پی ام و اسیدهیومیک ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار بود. روند رشد لوبیا از نظر سرعت رشد گیاه، سرعت رشد نسبی و سرعت فتوسنتز خالص در محلول پاشی با مقادیر کم‌تر هورمون جیبرلین و هیومیک کلات منیزیم بیش‌تر بود با مصرف مقادیر بالاتر هورمون جیبرلین و هیومیک اسید، به‌دلیل رشد رویشی بیش‌تر و افزایش بیش‌تر شاخص سطح برگ، سایه‌اندازی و تنفس در آخر دوره نسبت به مقادیر کم‌تر هورمون افزایش‌یافت و کاهش شاخص‌های فیزیولوژیکی، باعث کاهش محصول شد. در نتیجه محلول پاشی با مقادیر کم‌تر جیبرلین (۱۵۰ پی پی ام) و هیومیک کلات منیزیم (۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار) باعث توسعه سطح برگ در حد مطلوب، و همچنین دریافت بهتر نور و توزیع مناسب مواد فتوسنتزی از منبع (برگ‌ها) به مخازن (دانه‌ها) شد.

### نتیجه‌گیری کلی

بررسی اثر هیومیک (HA) و جیبرلین (GA) بر شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد نشان داد، در مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار هیومیک کلات منیزیم و همچنین مقدار ۱۵۰ پی پی ام جیبرلین، به‌دلیل گستردگی کانوپی و فتوسنتز بیش‌تر در گیاه، ریزش کم‌تر برگ‌ها در مراحل پایانی رشد، حداکثر سرعت رشد محصول (CGR) در میانه طول دوره رشد حاصل گردید و پس از این شرایط، CGR از روند کاهشی و همچنین روند منفی کم‌تری برخوردار بود. در نتیجه با افزایش غلظت هورمون‌های هیومیک کلات منیزیم (۴۰۰ میلی‌لیتر در هکتار) و جیبرلین (۳۰۰ پی پی ام)، به‌دلیل افزایش بیش‌تر شاخص سطح برگ، از فتوسنتز و سرعت رشد کم‌تری نسبت به غلظت‌های کم‌تر برخوردار بودند. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه در لوبیا چشم بلبلی مربوط به

### References

- اکبری، س.، معلمی، ن. ۱۳۸۹. تاثیر اسیدجیبرلینک بر رشد رویشی نهال‌های زیتون (*Olea europaea* L.). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۴، شماره ۲. ص ۱۸۸-۱۸۴.
- حسینی، ن.، عامریان، م.، اصغری، ح.ر. و رحیمی، م. ۱۳۹۲. اثر ورمی‌کمپوست، اسیدهیومیک و قارچ میکوریزا بر شاخص‌های فیزیولوژیک لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata*). همایش ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی.

- رستگار، ج. و خدادادی، م. ۱۳۸۷. بررسی الگوی رشد و عملکرد چند رقم و توده پیاز خوراکی ایرانی بر اساس شاخص‌های فیزیولوژیک. مجله نهال و بذر، شماره ۴، ص ۶۷۵-۶۵۹.
- سبزواری، س. و خزاعی، ح. ۱۳۸۸. اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف اسیدهیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم پیشتاز. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی (۲): ۵۳-۶۳.
- سبزواری، س.، خزاعی، ح. و کافی، م. ۱۳۸۹. مطالعه اثر اسیدهیومیک بر جوانه‌زنی چهار رقم گندم پاییزه (سایونز و سبلان) و بهاره (چمران و پیشتاز). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۸، شماره ۳، ص ۴۸۰-۴۷۳.
- عسگری، م.، حبیبی، د. و بروجردی، غ.ر. ۱۳۹۰. بررسی کاربرد ورمی‌کمپوست، باکتری‌های محرک رشد و اسیدهیومیک بر شاخص‌های رشد نعنای فلفلی در استان مرکزی. مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۷، شماره ۴، ص ۵۴-۴۱.
- قربانی، ق.، خزاعی، ح.ر.، کافی، م. و بنایال اول، م. ۱۳۸۹. اثر کاربرد اسیدهیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۲، شماره ۱، ص ۱۳۱-۱۲۳.
- قربانی، ص.، خزاعی، ح.ر.، کافی، م.، بنایان اول، م. و شعاع، م. ۱۳۹۲. تأثیر محلول‌پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی ذرت. مجله پژوهش‌های به‌زراعی، جلد پنجم، شماره ۴، ص ۳۳۷-۳۲۶.
- گاردنر اف، پی برس آر. بی. و میشل آر. ال. ۱۳۸۰. فیزیولوژی گیاهان زراعی، ترجمه سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- لک، ش.، نادری، ا.، سیادت، س.ع.، آینه بند، ا. و نور محمدی، ق. ۱۳۸۵. اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته در شرایط مختلف رطوبتی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ در خوزستان. مجله علوم زراعی ایران. ص ۱۶۹-۱۵۳.
- نصری، ر.، حیدری مقدم، ع.، سیادت، ع.، پاک نژاد، ف. و شعاع، م. ۱۳۹۱. مطالعه همبستگی صفات و تجزیه علیت آبیاری تکمیلی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم در ایلام. مجله زراعت و اصلاح نباتات جلد ۸، شماره ۲، صفحات ۱۷۲-۱۶۱.
- Abd El- Aal, F.S., Shaheen, A.M., and Rizk, F.A. 2008.** The effect of foliar application of GA3 and soil dressing of NPK at different levels on the plant productivity of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 4 (5): 384-391
- Abeer, S., Meganid Hassan, S., Al-Zahrani, E.L., Metwally, M. 2015.** Slim and Chlorophyll Contents of Common Bean Plants (*Phaseolus vulgaris* L.) Under Salinity Stress Conditions. International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology. 5 (6): 2660-2651.
- Akbari, N., Barani, M., Ahmadi, H. 2008.** Effect of Gibberellic Acid (GA) on Agronomic Traits of Green Gram (*Vigna radiata* L. Wilczek) irrigated with different levels of saline water, World Applied Sciences Journal 5 (2): 199-203.
- Amarjit, S.B. 2004.** Plant growth regulators in agriculture and horticulture. International Book Distributing. 47(2): 79-94.
- Ashraf, M., Karim, F., and Rasul, E. 2002.** Interactive effects of gibberellic acid (GA3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two spring wheat (*Triticumaestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance, J. Plant Growth Regul. 36(1): 49- 59.
- Atiyeh, R.M., Lee, S., and Edwards., C.A. 2002.** The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresour. Technol. 84: 7-14.
- Biswas, J.C., Ladha, J.K., Dazzo, F.B., Yanni, Y.G., and Rolfe B.G. 2003.** Rhizobial inoculation influences seedling vigor and yield of rice. Agronomy Journal 92: 880-886.
- Dolan, L., and Davies, J. 2004.** Cell expansion in roots. Current Opinion in Plant Biology. 7:33-39.
- Du Toit, E.S., Robbertse, P.J., and Niederwieser, J.G. 2004.** Plant carbohydrate partitioning of Lachenalia cv. Ronina during bulb production. Sci. Hort. 102: 433-440.
- Guak, S., Neilsen, D., and Looney, N.E. 2001.** Growth, allocation of N and carbohydrates and stomatal conductance of greenhouse grown apple treated with prohexadion-Ca and gibberellins. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 76(6): 746-752.

- Hardtke, C. 2003.** Gibberlin signaling: Grass growing roots. *Current Biology*, 13:366-367.
- Leite, V.M., Rosolem, C.A., and Rodrigues, J.D. 2003.** Gibberelline and cytokenin effects on soybean growth *Scientia Agricola*. 60(3):537-541.
- Liu, C., and Cooper. R.J. 2000.** Humic substances influence creeping bentgrass growth. *Golf Course Management*. pp: 49-53.
- Jennifer, M.H. 2009.** Influence of gibberelic acid applied at bloom and berry set on fruit quality of sweet scarlet and scarlet Royal table grapes. University of California cooperative Extension Kern County, 1031D.(Abstract).
- Lopez, M.V., Gracia, R., Arrue, J.L. 2000.** Effects of reduced tillage on soil surface properties affecting wind erosion in semiarid fallow lands of Central Aragon. *Eur. J. Agron.* 12, 191-199.
- Motaghi, S., Saki Nejad, T. 2014.** The effect of different levels of humic acid and potassium fertilizer on physiological indices of growth. *International Journal of Biosciences IJB*. Vol. 5, No. p. 99-105.
- Naderi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vianello A. 2002.** Physiological effects of humic substances on higher plants, *soil Biology* 34, 1527-1536.
- Ramazani, S., and Shekafandeh, A. 2009.** Roles of GA3 and zinc sulphate in increasing size and weight of live fruit. *African journal of Biotechnology*. 8(24): 6794-6791.
- Saha, R., Saieed, M.I.U., and Chowdhury, M.A.K. 2013.** Growth and Yield of Rice (*Oryza sativa*) as Influenced by Humic Acid and Poultry Manure. *Universal Journal of Plant Science*. 1(3): 78-84.
- Saki Nejad, T. 2014.** The effect of application of different levels of axing and gibberellins at different growth stages on quantitative and qualitative production components of field bean, *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, Vol. 4, NO.6, 477-486.
- Sakinejhad, T., Motaghi, S. 2014.** The effect of different levels of humic acid and potassium fertilizer on physiological indices of growth. *International journal of Biosciences IJB*. 5 (2): 99-105.
- Taylor, G., and Cooper, L. 2004.** Humic acid: The root to healthy plant growth. *California State Science Fair*. 10-16.
- Tejada, M., and Gonzalez, J.L. 2003.** Influence of foliar fertilization with amino acids and humic acids on productivity and quality of asparagus. *Biol. Agric. Hort.* 21(3): 277-291.