نشریه علمی تخصصی شباک
سال هفتم، شماره ۲ (پیاپی: ۵۹)، تیر ۱۴۰۰
ISSN: 2476-3667

ارزیابی تنش خشکی به منظور معرفی چند گونه گیاهی در بام سبز با شرایط اقلیمی شهر شیراز

مژده مقدسی[1*]، فرید کاظم نژاد[2]

کد مقاله: ۲۶۰۵۷

چکـیده

بام سبز یکی از رویکردهای نسبتا نوین معماری و شهرسازی است که با بزرگ‌تر شدن مشکلات حاصل از صنعتی شدن، به عنوان یک مؤلفه توسعه پایدار فضای سبز شهری گسترش پیدا کرد. و از آن می‌توان به‌منظور افزایش سرانه فضای سبز، ارتقای کیفیت محیط زیست و توسعه پایدار شهری بهره برد. با توجه به شرایط سخت حاکم بر پشت بام، تمامی گونه‌های گیاهی توانایی سازش در این محیط را ندارند. این پژوهش به منظور بررسی سازگاری و کشت چند گیاه دارویی، و بررسی اثر تیمارهای آبیاری بر آن‌ها به‌منظور استقرار برروی بام سبز در شهر شیراز اجرا گردید و سه گونه گیاهی بومادران، رزماری و اسطوخودوس به‌صورت تک کشت و کشت ترکیبی با نسبت مساوی با نازگوشتی در جعبه‌های کشت ۲۱×۴۷×۳۰ سانتی‌متر با تیمار آبیاری ۳ روز و ۷ روز یکبار، در قالب یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار کشت شدند. در نهایت با افزایش درجه حرارت آنچه که در بقا و افزایش درجه سلامتی دخالت داشت دور آبیاری ۳روز و کشت مخلوط بود و رزماری با بیشترین میزان مقاومت خصوصا در ترکیب با ناز گوشتی، توانایی استقرار و کاربرد در سیستم بام سبز در قالب کشاورزی شهری شیراز را داراست.

واژگـان کلـیدی: بام سبز، گیاه مقاوم، کشت تک، کشت مخلوط

۱- دانشجو کارشناسی ارشد، گروه مهندسی فضای سبز، دانشگاه مازیار، نور (نویسنده مسئول) *mozhde.mdi@gmail.com*
۲- استادیار گروه منابع طبیعی، دانشگاه آزاد چالوس، مازندران

www.SID.ir

۱- مقدمه

بعد از انقلاب صنعتی، فشارها بر روی محیط زیست طبیعی افزایش یافته و در نتیجه معضلات زیست محیطی فراوانی ایجاد گردیده است. در این میان به‌نظر می‌رسد برای ارتقای کیفیت زیست محیطی و پایداری هرچه بیشتر معماری در کلان شهرها، توجه به بام‌های سبز در جهت بهبود مشکلات موجود، یک مسیر امیدوار کننده است. بام‌های سبز پشت بام‌های کشت شده‌ای هستند که دارای تکنولوژی ویژه‌ای جهت استقرار گیاهان بر روی آن‌ها هستند[Getter and Rowe 2008]. بام‌های پوشیده از گیاهان تحت دو عنوان باغ بام و بام سبز معرفی می‌شوند [Oberdorford *et al*., 2007] که براساس نوع کاربرد به سه دسته بام سبز متمرکز (شامل پوششی از گیاهان از جمله درختچه‌ها، بوته‌ها و حتی درختان) ، بام سبز متمرکز ساده یا نیمه متمرکز (شامل انواع درختچه‌ها، بوته‌ها و همچنین چمن‌ها) و بام سبز گسترده (شامل انواع گیاهان پوشش دهنده و انواع چمن‌ها) تقسیم می‌شوند [FLL, 2008].

اولین ایده بام سبز مربوط به ۲۵۰۰ سال پیش است که ایرانیان بام زیگورات‌ها را با گیاهان زینت می‌بخشیدند. پس از آن در حدود ۶۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، بزرگترین باغ بام را مردم بابل تحت عنوان باغ‌های معلق بابل بوجود آوردند [Yazdandad *et al*., 2010] و امروزه کشور آلمان به‌عنوان کشوری پیشرو در زمینه‌ی بام سبز به‌شمار می‌رود [Hall, 2011]. از آن‌جا که بام‌های سبز یک راهبرد مهم در پرداختن به برخی از نکات کلیدی در محیط شهری محسوب می‌شوند، در سال‌های اخیر به عنوان مولفه‌های توسعه پایدار فضای سبز شهری و در حال گسترش به شمار می‌آید. بام‌های سبز در کاهش رواناب سطحی، ایجاد محیط طبیعی، تعدیل اثر جزیره گرمایی، کاهش آلودگی هوا، بهبود ساختار سخت بنا، ایجاد محیطی برای تولید محصولات و عایق نمودن سقف نقش دارند.نحوه ساخت بام سبز در بازده گیاهان نقش بسزایی خواهد داشت به عنوان مثال یک بام سبز با زیربنای عمیق‌تر و شیب کم می‌تواند مواد مغذی بیشتری را نسبت به یک بستر کم عمق و شیب تند در خود نگه دارد. بام‌های سبز نیازمند عناصری هستند که بتوانند عمل زهکشی رطوبت و نگهداری گیاه را به خوبی انجام دهند به همین دلیل ساختمان‌های دارای بام سبز توسط ۱۰ لایه مقاوم سازی می‌شوند که هرکدام عملکرد خاص خود را دارند و عبارت‌اند از: سازه بام، غشاء ضدآب، مانع ریشه، لایه محافظ، زهکشی و درزپوش‌ها، محافظ آب، کنترل فرسایل، لایه فیلتر، محیط کشت، پوشش گیاهی. در این میان استفاده از لایه-های غشاء ضد آب، زهکشی و درزپوش‌ها، لایه فیلتر، محیط کشت و پوشش گیاهی در تمامی بام‌های سبز الزامی می‌باشند. کشت گیاهان دارویی و معطر در فضاهای شهری دارای اثرات مفید ارزنده‌ای از جمله ایجاد آرامش روانی، کاهش سطح استرس و عوارض ناشی از آن، کمک به درمان برخی از بیماری‌ها و ... می‌باشد؛ اما در بام سبز، گیاهان با تنش‌های فراوانی از جمله نوسانات دمایی، قرار گرفتن در معرض باد شدید، محدودیت منابع آب، تابش زیاد خورشید و خشکی به دلیل عمق کم بستر کشت روبه‌رو هستند. در نتیجه در چنین شرایطی طیف محدودی از گیاهان قابل کشت هستند [Pilevar vatandust & tehranifar, 2015] و انتخاب گیاه مقاوم نسبت به این شرایط به منظور کاهش هزینه‌ها و پایداری هرچه بیشتر بام سبز امری ضروریست [Pilevar vatandust *et al*., 2015]. مقاومت به خشکی اولین فاکتور محدود کننده در انتخاب گیاهان مناسب برای بام سبز است و به دلیل توانایی بالای گونه‌های گوشتی در کنترل تبخیر و تعرق و تجمع آب در برگ‌های آن‌ها، این گونه‌ها اغلب به خوبی با شرایط بام سبز تطابق یافته‌اند. از طرفی استفاده از چنین گیاهان مقاوم به شرایط نامساعد محیطی در بام سبز به‌عنوان گیاهان پرستار، میزان تنش‌های زنده را کاهش داده و امکان بقا گیاهان همسایه راافزایش می‌دهد [Getter and Rowe, 2008]. مطالعات گذشته مربوط به بام سبز، تنها برروی یک گونه‌ی گیاهی تمرکز داشت [Nagase & Dunnett, 2010]، اما در پژوهش‌های جدید، هدف افزایش تنوع و پیچیدگی پوشش سبز و استفاده از سیستم چندکشتی به‌منظور افزایش مقاومت به تنش‌های زیستی و حفظ تعادل بیولوژیکی منطقه است [Nagase & Dunnett, 2012]. در ایران به ندرت تحقیق مدونی در خصوص عملکرد گیاهان مقاوم به خشکی در بام‌های سبز به چاپ رسیده است؛ اما موفقیت برخی گونه‌های گیاهی گوشتی از جمله نازگوشتی[1] تا حد زیادی در بام‌های سبز دنیا به اثبات رسیده است و بیان شده که این گیاه در شرایط بدون آبیاری تکمیلی قادر به حفظ بقا می‌باشد. درواقع این گیاه، بالاترین کارآیی مصرف آب را در بین گونه‌های مورد مقایسه داشته است [Razzaghmanesh *et al*.,2014] [Butler and Orians, 2011]. از آن‌جا که اگر یک بام سبز به درستی، با یک مخلوط گیاهی مناسب و عمق بستر مطلوب طراحی گردد و گیاهان به خوبی استقرار پیدا کنند، تنها در مناطق خشک و شرایط خاص نیاز به آبیاری خواهند داشت و همچنین به دلیل نبود اطلاعات کافی در زمینه امکان کشت گیاهان دارویی در سیستم بام سبز، این تحقیق به منظور ارزیابی و کشت برخی گونه‌های گیاهی دارویی سازگار با قابلیت بقا در شرایط تنش خشکی در بام سبز، در شهر شیراز اجرا گردید.

1- carpobrutusrossi

www.SID.ir

۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار از آذر ماه سال ۱۳۹۶ به مدت ۸ ماه بر روی بام ساختمانی به ارتفاع ۸ متر واقع در شهر شیراز، با ارتفاع ۱۴۸۶ متر از سطح دریا و مختصات '۲۵ °۳۰ عرض جغرافیایی و '۲۹ °۳۷ طول جغرافیایی انجام شد. براساس آمار هواشناسی ۴۰ ساله، منطقه مورد بررسی دارای اقلیمی نیمه خشک معتدل با میانگین بارندگی سالانه ۳۲۴ و متوسط دمای حداقل ۱۰ درجه سانتی‌گراد و متوسط دمای حداکثر ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. تیمارها در این آزمایش شامل دو سطح آبیاری هر ۳ روز و هر ۷ روز یکبار و ترکیب کشت مخلوط و کشت انفرادی بود (در مجموع، ۴۲ واحد آزمایشی). مواد گیاهی مورد مطالعه شامل بومادران (*Achillea tomentosa*)، رزماری (*Rosmarinus officinalis*)، اسطوخودوس (*Ladvandula angustifolia*) و ناز گوشتی (*Carpobrutus rossi*) بود (جدول ۱). دو سیستم کشت در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. کشت انفرادی شامل کاشت گونه‌های بومادران، رزماری، اسطوخودوس و ناز گوشتی به صورت ۶ بوته در هر ظرف کشت، و در کشت ترکیبی، ۳ بوته از گیاه مورد نظر به همراه ۳ بوته گیاه ناز گوشتی در هر ظرف کشت به صورت یک در میان کشت شد.

جدول ۱- خصوصیات گیاهان مورد استفاده

نام علمی	نام فارسی	برخی خواص دارویی	مقاومت به خشکی	تصویر
Achillea tomentosa	بومادران	ضد خونریزی، ضد تورم، ضد باکتری، ضد نفخ	زیاد	
Rosmarinus officinalis	رزماری	ضد سردرد، ضد اضطراب، ضد فشارخون، ضد نفخ، ضد بی اشتهایی	زیاد	
Ladvandula angustifolia	اسطوخودوس	ضد افسردگی، ضد ویروس، ضد باکتری	زیاد	
Carpobrutus rossi	ناز گوشتی	ضد التهاب، ضد سوختگی، ضد باکتری، مناسب برای محل گزش حشرات و مار	زیاد	

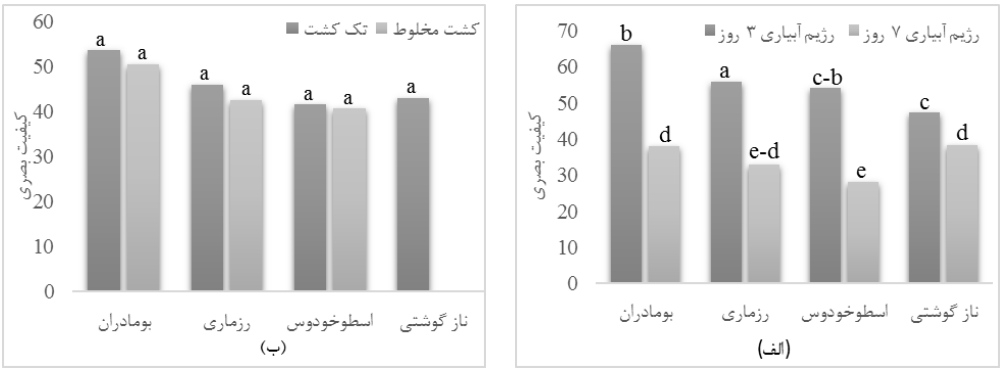
پس از انتقال نهال‌های یکساله گیاهی به بستر اصلی، یک هفته آبیاری به صورت کامل و غرقابی هر دو روز یک‌بار انجام گرفت. پس از استقرار گیاهان، تیمارهای آبیاری به‌منظور بررسی میزان مقاومت گیاهان به خشکی، اعمال شد. به‌منظور ساخت بسترهای کشت، جعبه‌هایی با ابعاد ۴۷×۳۰ با ارتفاع ۲۱ سانتی‌متر توسط پلاستیک آنتی‌یووی جهت عایق‌بندی و جلوگیری از نفوذ ریشه به خارج از ظرف کشت پوشیده شد. برای خروج آب اضافی از بستر، سوراخ‌هایی در لایه پلاستیکی تعبیه گردید. به‌منظور انجام عمل زهکش، از یک لایه پوکه‌ی آتشفشانی (صنعتی) با قطرهای مختلف استفاده شد. بستر رشد مورد استفاده ترکیبی از خاک زرد، ماسه شسته، کود برگ و پرلیت با نسبت‌های ۲۰٪، ۴۰٪، ۳۵٪ و ۵٪ وزنی بود. پس از تکمیل لایه‌ها، کاشت گیاهان با تعداد مشخص نیز انجام گرفت. صفات مورد ارزیابی الف)کیفیت بصری: صفت زیبایی بسترها، توسط یک گروه ارزیاب ۶ نفره (سه زن و سه مرد با میانگین سنی ۳۹ سال و مدرک تحصیلی لیسانس) با نمره‌دهی از صفر تا صد، در طی دوره‌ی آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. ب)درصد بقا: این صفت از تقسیم تعداد روزهای زنده‌مانی گیاه به تعداد کل روزهای آزمایش ضرب‌در ۱۰۰، حاصل شد. ج)رشد افقی: میزان پوشش‌دهی گیاه نیز با استفاده از گروه ارزیاب و نمره‌دهی بین صفر تا صد انجام شد. د)درجه سلامتی: وضعیت سلامتی و شادابی گیاهان در هر بستر، با نمره‌دهی بین صفر تا دو توسط گروه ارزیاب تعیین گردید. صفر= مرگ کامل ساقه و برگ، ۱= خسارت شدید به برگ ولی ساقه سالم و ۲= سلامت کامل گیاه) ارتفاع گیاه: رشد عمودی گیاه در طول پژوهش،به‌صورت ماهیانه اندازه‌گیری شد. به‌منظور انجام آزمون‌های پارامتریک و تحلیل داده‌های به‌دست آمده، نرم‌افزار SPSS و برای رسم نمودارها، نرم‌افزار Excel مورد استفاده قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها در سطح ۱ درصد و ۵ درصد صورت پذیرفت.

www.SID.ir

۳- نتایج

۳-۱- کیفیت بصری

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشخص شد که اثرات اصلی و مستقل نوع گیاه و آبیاری و همچنین اثر متقابل نوع گیاه در ترکیب کشت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). در مقایسه بین میانگین داده‌ها در تک کشت، گیاه بومادران با میانگین ۵۳/۶۲۵۰ درصد نسبت به کشت مخلوط با میانگین ۵۰/۳۷۵۰ درصد از بیشترین کیفیت بصری و گیاه اسطوخدوس در مجموع کمترین کیفیت بصری را شامل شده است، این گیاه در تک کشت میانگین ۴۱/۷۰۸۳ درصد و در کشت مخلوط میانگین ۴۰/۶۶۶۷ درصد را به خود اختصاص داده است. از این نتایج می‌توان دریافت که کشت مخلوط و اثر همسایگی باعث افزایش کیفیت بصری شده است چراکه افزایش میزان رطوبت در بستر باعث افزایش رشد، بقا و کیفیت بصری می‌گردد که با نتایج باتلر و اوریانز (۲۰۱۱) [Butler and Orians, 2011] طابقت دارد. همچنین رنگ روشن برگ‌ها و دوره گلدهی طولانی در گیاه بومادران باعث بالا رفتن کیفیت بصری این گیاه گردیده است.در رژیم آبیاری ۳ روز یکبار با بررسی میانگین مربعات گیاه بومادران با میانگین ۶۶ درصد بیشترین و در رژیم آبیاری ۷ روز گیاه اسطوخدوس با میانگین ۲۸/۰۸۳۳ درصد کمترین کیفیت بصری را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱- کیفیت بصری الف) ثرات متقابل بین گیاه و رژیم آبیاری ب) اثرات متقابل بین گیاه و نحوه کشت

جدول ۲- نتایج تجزیهٔ واریانس صفات مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد بقا	کیفیت بصری	پوشش‌دهی آذر	پوشش‌دهی دی	پوشش‌دهی خرداد
گیاه	3	2039/087**	274/615**	659/185**	1151/056**	2751/259**
آبیاری	1	5180/745	5316/685**	14562/492**	11819/706	230/461
ترکیب کشت	1	149/397	58/778	32/111	0/000	529/000**
گیاه*آبیاری	1	217/467**	82/821	935/259**	89/130	209/926*
گیاه*ترکیب کشت	1	9/425	5/168**	268/111	94/333	14/333
آبیاری*ترکیب کشت	1	51/182	90/250	1/000	28/444	1089/000**
گیاه*آبیاری*ترکیب کشت	1	119/758*	52/099	36/333	5/444	273/000*
خطا	30	32/761	29/720	104/344	46/938	57/355

ادامه جدول ۲- نتایج تجزیهٔ واریانس صفات مختلف

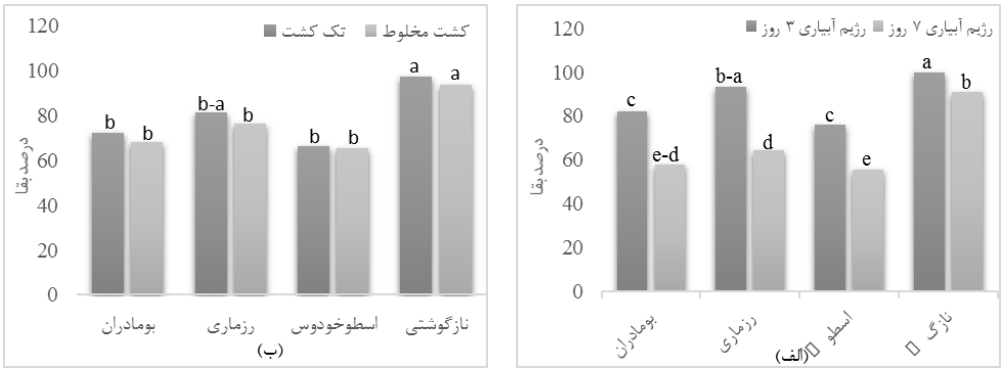
منابع تغییرات	درجه سلامت آذر	درجه سلامت دی	درجه سلامت خرداد	ارتفاع
گیاه	0/000	0/183**	5/565**	2/130**
آبیاری	0/000	0/088	6/960**	0/389**
ترکیب کشت	0/000	0/002	0/272**	0/006
گیاه*آبیاری	0/000	0/246*	2/381**	0/017
گیاه*ترکیب کشت	0/000	0/019	0/083	0/136**
آبیاری*ترکیب کشت	0/000	0/003	0/008	0/0003
گیاه*آبیاری*ترکیب کشت	0/000	0/012	0/171**	0/035
خطا	0/000	0/015	0/029	0/014

*،**. به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ درصد، معنی‌داری در سطح ۵ درصد.

www.SID.ir

۳-۲- درصد بقا

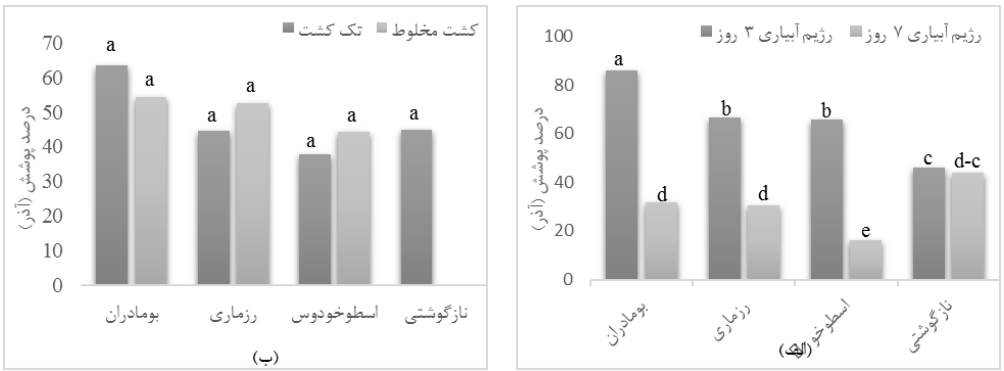
تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی و مستقل نوع گیاه و اثر متقابل دوگانه گیاه در رژیم آبیاری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل سه‌گانه گیاه در رژیم آبیاری در ترکیب کشت در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول۲). در مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد که در رژیم آبیاری ۳ روز یکبار با میانگین ۱۰۰ درصد گیاه نازگوشتی بالاترین و در رژیم آبیاری ۷ روز یکبار نیز با میانگین ۵۵/۷۳۸۵ درصد گیاه اسطوخودوس کمترین مقدار بقا را شامل می‌شوند. در بررسی برهمکنش نوع گیاه در ترکیب کشت، گیاه رزماری با میانگین ۷۶/۲۴۶۰ درصد بالاترین و در تک کشت گیاه اسطوخودوس با میانگین ۶۶/۵۰۶۶ درصد کمترین مقدار بقا را شامل می‌شوند (شکل۲). نتایج این تحقیق نشان داد که گیاه ناز گوشتی بیشترین درصد بقا را نسبت به سایر گیاهان دارا می‌باشد و دور آبیاری ۳روزه در اغلب گونه‌ها سبب افزایش بقاء آن‌ها شده است. این نتایج با مطالعات رزاق‌منش و همکاران (۲۰۱۴) و پیله‌ور وطن دوست و همکاران (۲۰۱۵) [Pilevar vatandust et al., 2015] [Razzaghmanesh et al., 2014] مطابقت داشت. همچنین بالتر و اوریانز ۲۰۱۱ [Butler and Orians, 2011] بیان کردند که گیاهان گوشتی با آب برگ بیشتر و حفظ بقاء خود در شرایط خشکی باعث افزایش بقاء گیاهان همسایه نیز خواند شد، در نتیجه هرچه میزان محتوای نسبی آب برگ بیشتر باشد میزان بقاء آن نیز بیشتر است.



شکل ۲- درصد بقا الف) اثرات متقابل بین گیاه و رژیم آبیاری ب) اثرات متقابل بین گیاه و نحوه کشت

۳-۳- پوشش‌دهی

داده‌برداری مربوط به این صفت در تمام ماه‌های آزمایش انجام شد که در اینجا به عنوان نمونه، نتایج سه ماه ارائه می‌گردد. در آذر ماه که اولین ماه پس از استقرار گیاهان می‌باشد (ماه معتدل) بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر اصلی گیاه، رژیم آبیاری و اثر متقابل دوگانه گیاه در رژیم آبیاری در سطح احتمال ۱٪ معنادار بود (جدول۲). بررسی میانگین داده‌ها نشان داد که در برهمکنش نوع گیاه در ترکیب کشت، گیاه بومادران با میانگین ۵۴/۳۳ درصد بیشترین و در کشت تکی گیاه اسطوخودوس با میانگین ۳۷/۶۶ درصد کمترین پوشش‌دهی را در این ماه به خود اختصاص دادند. در رژیم آبیاری ۳ روز نیز همچنان گیاه بومادران با میانگین ۸۶ درصد بیشترین و در رژیم ۷ روز گیاه اسطوخودوس با میانگین ۱۶/۳۳ درصد کمترین پوشش‌دهی را داشت (شکل ۳).



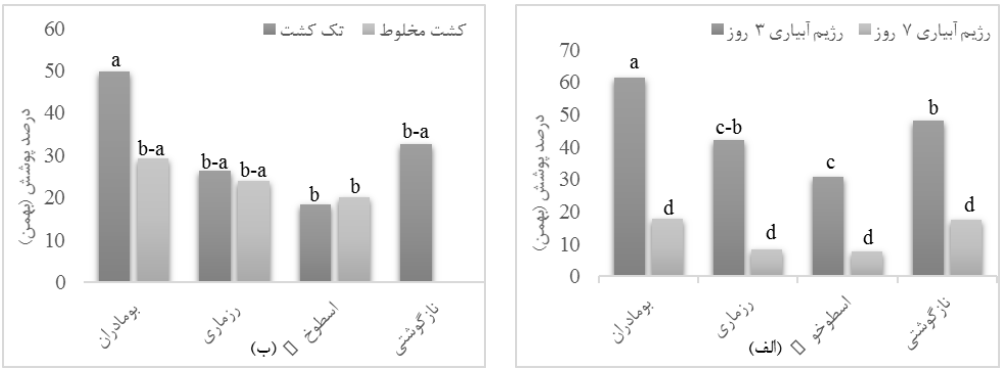
شکل ۳- پوشش‌دهی آذر الف) اثرات متقابل بین گیاه و رژیم آبیاری ب) اثرات متقابل بین گیاه و نحوه کشت

www.SID.ir

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های بهمن ماه نشان داد که اثرات اصلی و مستقل گیاه، رژیم آبیاری، ترکیب کشت و اثر متقابل دوگانه گیاه در ترکیب کشت در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل دوگانه گیاه در رژیم آبیاری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). این نتایج نشان دهنده تأثیر آبیاری بر بقا گیاهان غیرگوشتی است. بر این اساس گیاه بومادران برترین رتبه‌های کیفیت ظاهری در این آزمایش را به خود اختصاص داد. در مقایسه بین میانگین داده‌ها در تک کشت گیاه بومادران با میانگین ۴۹/۶۶ درصد نسبت به کشت مخلوط با میانگین ۲۹/۳۳ درصد از بیشترین میزان پوشش‌دهی برخوردار بود. از سوی دیگر گیاه اسطوخدوس با میانگین ۱۸,۳۳ درصد در تک کشت و میانگین ۲۰ درصد در کشت مخلوط کمترین پوشش-دهی این ماه را به خود اختصاص داد. در رژیم آبیاری ۳ روز یکبار با بررسی میانگین مربعات گیاه بومادران با میانگین ۶۱/۳۳ درصد بیشترین و در رژیم آبیاری ۷ روز گیاه اسطوخدوس با میانگین ۷/۶۶ درصد کمترین پوشش‌دهی را در این ماه دارا بود (شکل ۴).

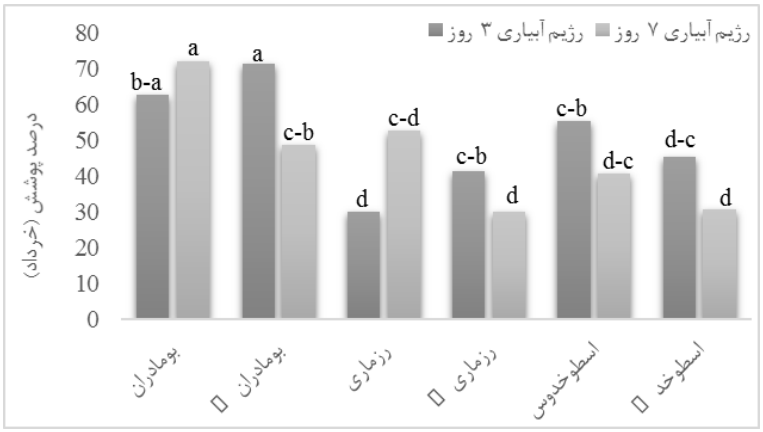
رتبه‌بندی اثر اصلی نوع گیاهان در بهمن ماه به شرح زیر می‌باشد:

اسطوخودوس < رزماری < ناز گوشتی < بومادران



شکل ٤- پوشش‌دهی بهمن الف) اثرات متقابل بین گیاه و رژیم آبیاری ب) اثرات متقابل بین گیاه و نحوه کشت

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به پوشش‌دهی گیاهی در ماه خرداد نشان داد که اثرات اصلی و مستقل گیاه، ترکیب کشت و اثر متقابل دوگانه رژیم آبیاری در ترکیب کشت معنی‌دار است ($p\leq0.01$). اثر متقابل دوگانه گیاه در رژیم آبیاری و اثر متقابل سه-گانه گیاه در رژیم آبیاری در ترکیب کشت در سطح ۵٪ دارای اختلاف معناداری بود (جدول۲). افزایش دمای هوا و عدم بارندگی‌ها مناسب در طول زمستان، کاهش میزان پوشش‌دهی گیاهان را به دنبال داشت و تنها گیاه نازگوشتی تاثیر زیادی در میزان پوشش-دهی‌ها داشت. مقایسه بین میانگین داده‌ها در کشت تک با رژیم آبیاری ۷ روز گیاه بومادران با میانگین ۷۲ درصد بیشترین میزان پوشش‌دهی را شامل شده است. همچنین گیاه رزماری در کشت مخلوط با رژیم آبیاری ۷ روز و کشت تک با رژیم آبیاری ۳ روز با میانگین ۳۰ درصد کمترین میزان پوشش‌دهی را شامل شد (شکل۵).در واقع کشت مخلوط با گیاهان گوشتی در فصول گرم سال سبب کاهش تبخیر و تعقر و گسترش پوشش‌دهی گیاهان همسایه شده است. کوک پاتون و همکاران (۲۰۱۲) [Cook-Patton *et al.*, 2012] نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.



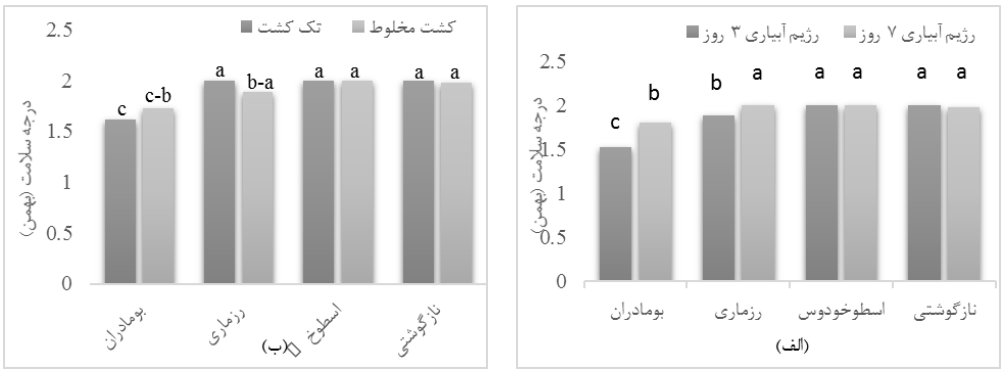
شکل ٥- پوشش‌دهی خرداد. اثرات متقابل بین گیاه و رژیم آبیاری و نحوه کشت

www.SID.ir

بررسی کلی صفت پوشش‌دهی در ماه‌های مختلف نشان داد که در ماه‌های اول آزمایش به دلیل معتدل بودن هوا، بین رژیم‌های آبیاری ۳روزه و ۷ روزه اختلاف معناداری دیده نشد. که به تدریج با افزایش دما تفاوت معناداری در رژیم‌های آبیاری خصوصا آبیاری ۷ روزه قابل رؤیت بود که با نتایج فارل و همکاران (۲۰۱۲) [Farrell *et al.*, 2012] مطابقت داشت. از طرفی در ماه‌های اول، موثرترین عامل میزان پوشش‌دهی در گونه‌های متفاوت گیاهی عبارت بود از تیپ رشدی گیاهان.

۳-۴- درجه سلامتی

داده‌برداری مربوط به این صفت نیز در تمام ماه‌های آزمایش انجام شد که در اینجا به عنوان نمونه، نتایج سه ماه ارائه می‌گردد. در آذر ماه (ماه معتدل) تفاوت معناداری بین بسترها مشاهده نشد و تمامی گیاهان در سلامت کامل بودند. میزان آبیاری و یا ترکیب کشت تاثیری بر سلامت گیاه نداشتند (جدول۲) بررسی تجزیه واریانس‌ها داده‌های ماه بهمن نشان داد که اثر اصلی گیاه در سطح ۱٪ و اثر رژیم آبیاری در سطح ۵٪ معنادار بود (جدول ۲). در این ماه به دلیل سرمای هوا و عدم بارندگی‌های فصلی، شهر شیراز زمستانی خشک را دارا بود. تا آنجا که سرمای هوا سبب خشک شدن برخی سرشاخه گیاهان و قرمز شدن برگ‌های نازگوشتی شد همین امر نیز باعث ایجاد تغییر در وضعیت سلامت گیاهان شد. بررسی میانگین داده‌ها نشان داد که در رژیم آبیاری ۳روز گیاه اسطوخودوس و ناز گوشتی، و در رژیم آبیاری ۷ روز گیاه رزماری و اسطوخودوس سلامت خود را به طور کامل حفظ کردند. همچنین در تک کشت گیاه رزماری، اسطوخودوس و ناز گوشتی، و در کشت مخلوط گیاه اسطوخودوس سلامت کامل خود را حفظ کردند (شکل۶).



شکل ٦- درجه سلامتی بهمن الف) اثرات متقابل بین گیاه و رژیم آبیاری ب) اثرات متقابل بین گیاه و نحوه کشت

نتایج حاصل از واریانس داده‌ها در خرداد ماه نشان داد که اثر اصلی گیاه، رژیم آبیاری، ترکیب کشت، اثر متقابل دوگانه گیاه در رژیم آبیاری و اثر متقابل سه‌گانه گیاه در رژیم آبیاری در ترکیب کشت در سطح ۱٪ معنادار بود (جدول۲). تغییر ناگهانی دما در خرداد (ماه گرم)، مرگ تعدادی از گیاهان را به دنبال داشت تا آنجا که برخی از واحدهای آزمایشی، حداقل زیبایی و سلامتی را به خود اختصاص دادند. در بررسی میانگین مربعات تک کشت با رژیم آبیاری ۳ روز، بیشترین درصد سلامتی را ناز گوشی و رزماری با میانگین ۲، و در رژیم آبیاری ۷ روز نیز گیاه ناز گوشتی با میانگین ۱/۲۰۳۷ شامل شده‌اند. سایر گونه‌های گیاهی بجز رزماری در کشت مخلوط و بومادران در کشت تک با رژیم آبیاری ۳ روز کاملا از بین رفتند (شکل ۷).

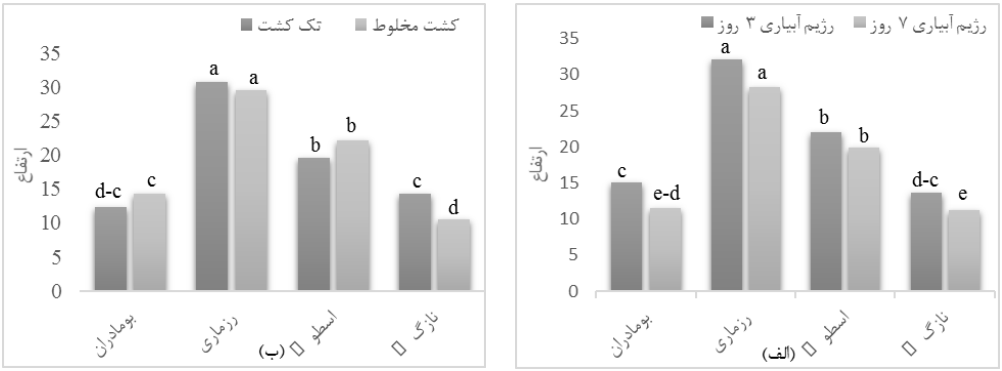
شکل ۷- درجه سلامتی خرداد. اثرات متقابل بین گیاه و رژیم آبیاری و نحوه کشت ارتفاع گیاه

www.SID.ir

در مجموع از نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل درجه سلامتی می‌توان دریافت که در شرایط آب و هوایی مطلوب بین صفات تفاوت معناداری نیست و تیمارهای مختلف آبیاری و ترکیب کشت تاثیری بر درجه سلامتی نداشتند. از سوی دیگر با افزایش درجه حرارت آنچه که در بقا و افزایش درجه سلامتی دخالت داشت دور آبیاری ۳ روز و کشت مخلوط بود. نتایج حاصله با تحقیقات پاتون و بائورلی (۲۰۱۲) [Cook-Patton and Bauerle, 2012] مطابقت داشت چرا که آن‌ها نیز معتقد بودند گیاهان گوشتی با ایجاد سایه بر سطح خاک و جلوگیری از تبخیر رطوبت خاک باعث افزایش بقا و سلامت گیاه می‌شوند. از سوی دیگر دورهای آبیاری بیشتر خصوصا در ماه‌های گرم سال، در بام‌های سبز به دلیل عمق کم بستر کشت، باعث حفظ سلامتی گیاه می‌شود. نتیجه حاصله نیز با نتیجه تحقیقات ون وورت و همکاران (۲۰۰۵) [Von Willert *et al*., 2005] مطابقت داشت.

۳-۵- ارتفاع گیاه

در آنالیز واریانس داده‌های اثرات اصلی و مستقل نوع گیاه، آبیاری و اثر متقابل دوگانه گیاه در ترکیب کشت در سطح ۱٪ معنادار بود (جدول۲). نتیجه حاصل از این پژوهش همانند پژوهش پیله‌ور وطن دوست و تهرانی فر (۲۰۱۵) [Pilevar vatandust & tehranifar, 2015] و رزاق‌منش و همکاران (۲۰۱۴) [Razzaghmanesh *et al*., 2014] نیز نشان داد که نوع گونه گیاهی در ارتفاع موثر بوده و کشت مخلوط باعث تغییرات مورفولوژیک از جمله ارتفاع نمی‌گردد. در مقایسه بین میانگین داده‌ها گیاه رزماری با میانگین ۳۲/۰۶۴۲ سانتی‌متر در رژیم آبیاری ۳ روز بیشترین، و در رژیم آبیاری ۷ روز ناز گوشتی با میانگین ۱۱/۲۲۰۲ سانتی‌متر کمترین ارتفاع را داشت. همچنین در کشت تک رزماری با میانگین ۳۰/۸۰۵۰ سانتی‌متر بیشترین و در کشت مخلوط نازگوشتی با ۱۰/۵۴۵۴ سانتی‌متر کمترین ارتفاع را به خود اختصاص دادند (شکل ۸).



شکل۸- ارتفاع گیاه الف) اثرات متقابل بین گیاه و رژیم آبیاری ب) اثرات متقابل بین گیاه و نحوه کشت

۴-نتایج و بحث

با توجه به نتایج حاصل و مشاهدات عینی می‌توان به این نکته اشاره کرد که در صورت فراهم آوردن شرایط مساعد، مانند دورهای آبیاری مناسب گیاهان نام برده در این پژوهش توانایی کشت در بام سبز را دارند. کشت این گیاهان دارویی در سیستم بام سبز، توانایی تامین بخشی از نیاز جامعه به گیاهان دارویی را نیز دارد. در عین حالی که گیاه ناز گوشتی از سلامت کامل و حداکثر نشاط در کل دوره گرما برخوردار بود. در مجموع می‌توان عملکرد گونه‌های گیاهی یاد شده را در بام سبز شیراز به شرح زیر بیان کرد: بومادران: گیاه بومادران با گلدهی در اواسط اردیبهشت ماه، تیپ رشد افقی و رنگ زیبای برگ‌ها توانست بالاترین کیفیت بصری را شامل شود. از سوی دیگر به دلیل تیپ رشدی افقی، بیشترین میزان پوشش‌دهی و همچین درصد بقا مناسبی را به خود اختصاص داد که ویژگی‌های فوق را می‌توان هم‌تراز با ناز گوشتی دانست رزماری: پس از ناز گوشتی گیاه رزماری بالاترین درصد بقا مقاومت نسبی به رژیم آبیاری را به خود اختصاص داد. اما به دلیل فرم رشد عمودی و افراشته نتوانست پوشش‌دهی قابل قبولی را ایجاد کند.

اسطوخودوس: گیاه اسطوخودوس را می‌توان در اغلب صفات مانند تیپ رشدی به رزماری مشابه دانست. متاسفانه این گیاه قادر به تحمل دوره‌های سرما و گرما نبود. ناز گوشتی: ناز گوشتی که در این تحقیق به عنوان گیاه ترکیبی مورد استفاده قرار گرفت توانست با جلوگیری از تبخیر رطوبت از سطح خاک، باعث افزایش بقا، کیفیت بصری و افزایش پوشش‌دهی شود. این گیاه خود بالاترین درصد بقا و درجه سلامتی را داراست از این رو می‌تواند بهترین گیاه در طراحی‌های محیط‌های خشک باشد.

تاکنون در ایران مطالعات گسترده‌ای برای انتخاب گیاه مناسب در بام‌های سبز انجام نگرفته به همین دلیل انتظار می‌رود تا چندسال آینده جهش بزرگی را در این زمینه شاهد باشیم. از سوی دیگر، کمبود منابع آب در کشور علی‌الخصوص در استان‌های

نشریه علمی شبکه
ISSN: 2476-3667

www.SID.ir

جنوب کشور مشکلی است که تمامی زوایای جامعه از جمله کشاورزی را تحت شعاع خویش قرار داده است. مشکل کم آبی در سطح جهان جوامع مختلف را بر آن داشت تا بجای طراحی‌های رایج و معمول فضای سبز، از شیوه طراحی زری‌اسکیپ[1] استفاده کنند. حال با توجه به اینکه فناوری بام سبز در ایران شیوه‌ای تازه و در حال توسعه دارد باید تلاش کرد در این سیستم بامی از حداقل میزان آب و گیاهانی مقاوم استفاده برد.

منابع

1. Alexandri, E. and Jones, P. (2008). Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. Journal of Building and Environment. 43:480–493.
2. Bousselot, J.M., Klett, J. and Koski, R. (2011). Moisture content of extensive green roof substrate and growth response of 15 temperate plant species during dry down. Journal of Hortscience.46 (3): 518–522.
3. Butler, C. and Orians, C.M. (2011). Sedum cools soil and can improve neighboring. Journal of Ecological Engineering. 37: 1796– 1803.
4. Cook-Patton, S.C., Taryn, L. and Bauerle, b. (2012). Potential benefits of plant diversity on vegetated roofs: A literature review. Journal of Environmental Management. 106:85-92.
5. Farrell, C., Mitchell, R.E., Szota, C., Rayner, J.P. and Williams, N.S. (2012). Green roofs for hot and dry climates: interacting effects of plant water use, succulence and substrate. Journal of Ecological Engineering.49:270–276.
6. FLL. (2008). Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing. Germany: Landscaping Development Research Society.
7. Getter, K.L. and Rowe, D.B. (2008).Selecting plants for extensive green roofs in the United States. Extension Bulletin. E-3047
8. Hall, (2011). A recommendation for mandatory Green roofs.
9. Nagase, A., & Dunnett, N. (2010). Drought tolerance in different vegetation types forextensive green roofs: Effects of watering and diversity. Landscape and UrbanPlanning, 97(4), 318–327.
10. Nagase, A., & Dunnett, N. (2012). Amount of water runoff from different vegeta-tion types on extensive green roofs: Effects of plant species, diversity and plantstructure. Landscape and Urban Planning, 104(3–4), 356–363.
11. Oberdorfer, E., Lundholm, J., Bass, B. Coffman, R. R., Dosh, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Hler, M. K., Liu, K. K.Y. & Rowe, B. (2007). Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. Journal of Biosciences, 57, 823-833.
12. Pilevar Vatandust, M., Tehranifar, A. (2015). Effect of irrigation regimes on survival, visual quality, physiomorphological and thermodynamic attributes of some medicinal plants in single and mixed planting of green roof systems. University of Mashhad Ferdowsi Faculty of Agriculture, MSc Thesis (in farsi).
13. Pilevar Vatandust, M., Tehranifar, A., Kazemi, F. (2015). The effect of indigenous species of Iran in green roof system on temperature setting and building energy storage. In: Proceedings of 4th International Conference on Modern Approaches to Energy Conservation, 28-29 january, Tehran, Secretariat of the Permanent Conference, pp. 258-268. (in farsi).
14. Razzaghmanesh, M., Beecham, S. and Kazemi, F. (2014). The growth and survival of plants in urban green roofs in a dry climate, Science of the Total Environment, Elsevier, 476–477, pp. 288-297.
15. Terri, J.A., Turner, M., Gurevitch, J. (1986). The response of leaf water potential and Crassulacean acid metabolism to prolonged drought in Sedum rubrotinctum. Plant Physiology. 81, 678–680.
16. Von Willert, D.J. (1992). Life Strategies of Succulents in Deserts: With Special Reference to the Namib Desert. Cambridge University Press, Cambridge, England.
17. Yazdandad, H, Emami, S. & Hashemi, N. (2010). Environmental values and functions of green roofs on urban sustainable development. In: Proceedings of first national conference on sustainable urban development, 9 March, Iran, Gilan, pp. 70-80. (in farsi)

1- Xeriscape: طراحی خشک منظر

www.SID.ir

نشریه مهندسی شبکه
ISSN: 2476-3667

www.SID.ir