

از آن جا که احداث بام سبز در برنامه ریزی شهری بیشتر شهرهای پیشرفته جهان به صورت یک دستورالعمل اجرایی در ساختمان سازی درآمده است، لزوم استفاده از انرژی های پاک و توجه به محیط زیست و ساکنان آن در گستره زمانی نامحدود ضروری به نظر می رسد. امروز در آلمان بطور تخمینی ۱۰٪ از خانه ها دارای بام سبزند. در شهر توکیو برنامه توکیو ۲۰۰۰ در آوریل ۲۰۰۱ وارد عمل شد، در این برنامه فضایی قابل استفاده ساختمان های جدید با متراژ بیش از ۱۰۰۰ متر مربع باید دارای ۲۰٪ فضای سبز باشند. بام سبز در برنامه ریزی شهری شمال آمریکا در جاهایی مثل شیکاگو، پرتلند، اورگن و تورنتو کانادا موثر بوده و در نظر گرفته می شود. در شیکاگویی که ۲۰۰۰۰۰ فوت مربع بام سبز در بالایی شهرداری آن قرار گرفته قانون ذخیره سازی انرژی شیکاگو در سال ۲۰۰۲ تصویب شد و مقرر گردید ساختمان سازی جدید باید دارای بام سبز یا بام انعکاسی باشد. در ونکوور افزایش جمعیت افزایش ناپایداری در دو زمینه مصرف انرژی و فاضلاب است و متخصصین تشخیص داده اند که تکنولوژی بام سبز به حل این دو موضوع کمک خواهد نمود.

باتوجه به اثرات زیست محیطی و تنوع گونه های جاندار بام سبز موجب تاثیرات مثبت نسبت به محیط می شود. کاهش آلودگی ناشی از فاضلاب و افزایش میزان اکسیژن لازم برای انسان از دیگر اثرات مثبت بام سبز محسوب می شود. از آن جا که پیشینیان در طول زمان از ویژگیهای این نوع بام بهره جسته اند، استفاده از آن در محیط شهری ضمن جذب سر و صدا و خنک سازی با کاهش مصرف انرژی همراه است. ساکنین بام سبز با تولید مواد غذایی گیاهی با تثبیت خاک یک سیستم پایدار را ایجاد می کند. جستجو و سرمایه گذاری در تکنولوژی بام سبز مهمترین روشی است که به شهر های ما اجازه رشد و توسعه با اطمینان از حفاظت و ادامه حیات بشر و محیط می دهد. به نظر می رسد که زمان آن رسیده است که ایران نیز در مقیاس کلان شهرهایی چون تهران بایستی در این راستا گامی بردارد

تعریف بام سبز:

بام باغ که بام سبز، بام گیاهی و بام زیستی نیز نامیده می شود، یک سیستم سبک وزن مهندسی ساز است که رشد گیاه را در بام میسر ساخته و درعین حال از بام محافظت می کند. بام سبز نه تنها سطحی است که با رنگ سبز پوشیده شده بلکه یک سطح زنده از گیاهان رویشی در لایه خاک در بالای بام است. یک لایه خاک کم عمق یا ضخیم همراه با پوشش لایه زیرین خاک که در بخش مواد به آن اشاره خواهد شد در پوسته بام پخش شده اند. گاه این پوشش همراه با محافظ ریشه ای و اغلب با یک لایه زهکشی در زیر آن همراه است و گونه های گیاهان مقاوم در برابر خشکی در آن رشد می یابند.

استفاده از پوشش گیاهی روی بام یک اختراع جدید نیست. بام های چمنی یک تکنیک ساختمان سازی متعارف و سنتی در بسیاری از نقاط است. هر چند در دهه اخیر روش های جدیدی به دلیل نیازمندی هایی که امروزه در شهرها داریم توسعه یافته است. تفاوت بین یک بام سبز جدید و یک بام سبز چمنی سنتی در تفاوت اهداف و مواد بکار رفته میباشد. هدف اصلی در گذشته استفاده از چمن به منظور عایق بندی و حذف لایه آب بندی بود که اغلب با پوست درختان غان صورت می گرفت. امروزه اساسا هدف محیطی - اقتصادی و بهبود مدیریت اصلاح فاضلاب سطحی؛ سلامتی و زیبایی شناسی است.

پس به طور اجمال میتوان گفت: سیستم بام سبز زمانی بوجود آمد که طرح يك فضای سبز بر روی سازه بام اجرا گردید. بام سبز در واقع بامی است که بر روی سطح آن گیاهان رشد می کنند. تنوع گیاهی چنین ساختاری می تواند از بام پوشیده از چمن مصنوعی تا باغ بامی باشد که با گیاهان مورد استفاده در طراحی منظر پوشیده شده است.

سبزیپوش کردن بام نیازمند گیاهانی است که بدقت انتخاب شده‌اند تا در برابر محیط خشن و بی‌روح محیط پشت‌بام در شرایط کم‌آبی، عوامل اقلیمی، یخ‌زدگی، نسیم دریا و خشکی و غیره مقاومت کنند. نوع گیاهان انتخابی بسته به نوع آب و هوا و شرایط اقلیمی مختلف، متفاوت است. بام سبز یا باغ پشت بام، اوج تلفیق اجرا با محیط است .

دتایل‌های (جزئیات) اجرایی چنین بامی تفاوت چندانی با بام‌های معمول نداشته و شامل عایق رطوبتی/حرارتی، پوشش ضد آب، ماسه و درزپوش می‌باشند و در کنار آن شامل مصالح و عناصری هستند که بتوانند عمل نگهداری/زهکشی رطوبت و اسباب نگهداری گیاهان (مطابق استاندارد) را در ساختمان سازی فراهم آورند.

یعنی به زبان ساده تر استفاده از گیاهان و پوشش زنده سبز بر روی پشت بامها و تلفیق گیاه سبز زنده با سازه خشک بی روح شهری جهت روح بخشیدن و طراوت دادن به سازه و افراد ساکن ساختمان .

تاریخچه بام سبز:

ایده باغچه‌های روی سقف و کشت بر روی آن در زمانهای قدیم توسط ایرانی‌ها در ۲۵۰۰ سال پیش و بر روی بام زیگوراتها به کار گرفته شده است و پس از آن ششصد سال قبل از میلاد مسیح با الهام از ایرانیها توسط مردم بابل در باغهای معلق بابل بکار گرفته شد.

با فاصله ای از قصر پادشاهی و در واقع بیرون از شهر، باغ‌های معلق بابل قرار داشتند که این باغ‌ها از عجایب هفتگانه عالم و از شاهکارهای معماری محسوب می‌شوند . این باغها که به روایتی ۵ تراس منطبق بودند به دستور نینوس پادشاه دیگر بابل برای همسرش سمیرامیس در کنار رود فرات بنا گردیدند.(سایت ۴)

باغهای باستانی



از زمان باستان انسانها
به کاشت گیاهان بر روی
سازه ساختمانی روی
آورند.



نمونه این باغها باغهای
معلق بابل است که جزء
عجایب هفتگانه دنیا
محسوب می گردند. نمونه
دیگر ساختمانی است
که ناصر خسرو در
اوایل قرن ۱۱ میلادی از
آنها نام می برد که در
مصر ساخته شده بودند و
بیش از ۱۴ طبقه ارتفاع
داشته اند.



برای ایجاد قدرت در پایه های این بناها از ستونهای سنگی مربع به ضلع ۵ متر استفاده کرده بودند. طبقات به وسیله مواد خاصی عایق بندی شده بودند تا از نفوذ آب باران به طبقات زیرین جلوگیری شود. برای آبیاری هر یک از طبقات (باغها) آب فرات را مستقیماً به آنها تا بالاترین قسمت هدایت میکردند. (با توجه به اینکه در دو طرف این بناها کوه هائی مرتفع قرار نداشتند تا از خاصیت آرتزین استفاده شود این امر یکی از عجایب این بنا را نشان میدهد

(این باغ ها (تراس های آن) مشرف بر رود فرات و شهر بابل بود و چشم انداز زیبایی داشت و عبور و مرور قافله ها و کاروان های تجاری شرق و غرب از آن مشاهده می گردید . این بنا در حدود ۶۰۰ ق . م ساخته شد ولی اکنون آثاری از ساختمانهای آن مشاهده نمی شود و فقط از آجرهای باقیمانده آن سدی طویل بر روی رود فرات بسته شده است.

در قرون وسطی و رنسانس نیز در فرانسه و ایتالیا گونه هایی از باغ بام بوجود آمد که اکثراً توسط دولت و در ساختمان های عمومی شکل میگرفت در سال ۱۶۰۰ میلادی یک آلمانی تراس خانه خود را تبدیل به باغچه نمود و تا سال ۱۸۷۵ تبدیل تراس و بام به باغ در آلمان و روسیه توسعه یافت.

لوکوربوزیه و رایت پیشگامان طبیعت گرا و ایجاد کننده بام های سبز در قرن بیستم بودند . توسعه فضاهای سبز بر بام ها در پنجاه سال اخیر رشد بیشتری داشته و در چند دهه اخیر در اروپا و آمریکا با سرعت گرفتن ساخت و ساز شهری و بالا رفتن ارزش زمین های شهری در شهر های رو به رشدی چون نیویورک استفاده کاربردی از فضای بام ها خصوصاً در مراکز شهر رشد چند برابری یافت. (سایت ۴)

اما در کشور ما، بام خانه ها بندرت به عنوان فضای کار بردی مورد توجه قرار گرفته اند با این حال واقعیت این است که این بام های خاکستری، درصد بالایی از کل مساحت شهری را می تواند در برگیرد و در کلان شهرهای معاصر، جایی که افزایش بهای زمین و کمبود فضای باز و سبز شهری خصوصاً در مراکز شهر ها و مناطق پر تراکم، تبدیل به پدیده و چالش جهانی شده است، استفاده ی کاربردی از بام ها، می تواند به عنوان امکان بهره برداری بهینه از زمین های شهری قلمداد شود.

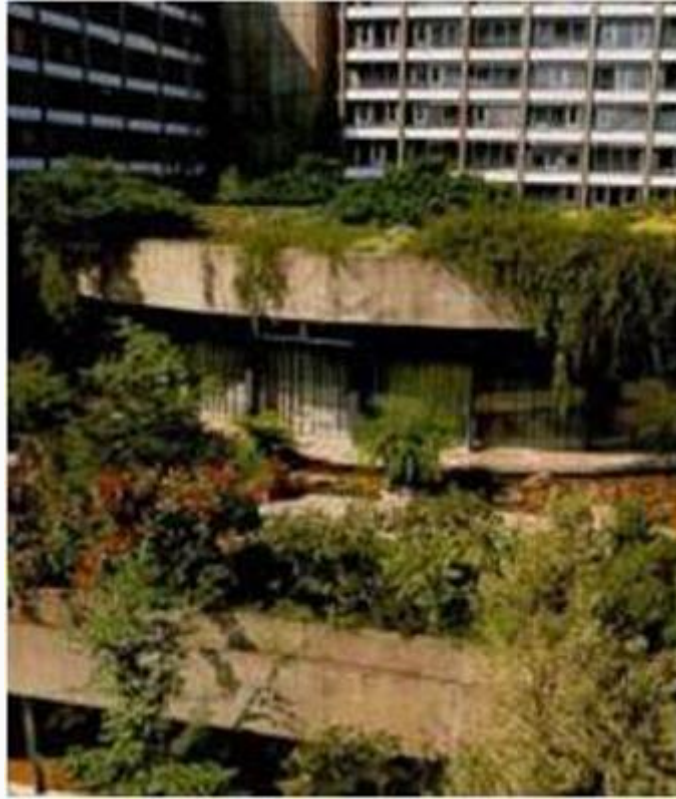
انواع بام سبز :

باغ بام ها را بر اساس سیستم اجرایی به سه دسته اصلی تقسیم می کنند

1. Extensive سیستم گسترده
2. Intensive سیستم متمرکز
3. Planter Box سیستم مدولار یا جعبه گیاه



سیستم گسترده



سیستم متمرکز



سیستم مدولار یا جعبه گیاه

Extensive سیستم گسترده

- این سیستم به نام مقطع کم ارتفاع یا اجرا با ضخامت کم نیز شناخته می شود -
- این نوع بام سبز فقط شامل یک یا دو نوع گیاه و محیط کاشت کم عمق می باشد -
- معمولا این سیستم برای زمانیکه حداقل بار وزن مدنظر باشد به کار گرفته می شود -
- به طور خاص، فقط پرسنل نگهداری و تعمیر به این نوع بام دسترسی دارند -

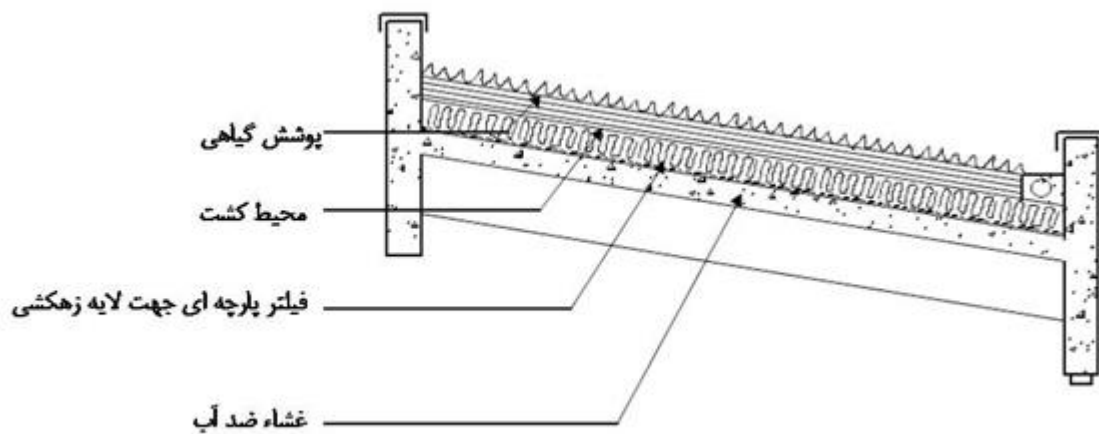


- این نوع بام مثل چمنهای نروژی، بر روی بامهای مسطح و شیبدار احداث می شود.
- در این سیستم معمولا گیاهان به عمق ۴۰ تا ۱۰۰ میلی متر استفاده می شوند.

- حدود بار نهایی بام تقریباً بین ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع در حالت اشیاء می باشد.
- برای سیستم گسترده واژه Geen Roof یا بام سبز استفاده می شود.
- در مورد بام های شیب دار در اغلب مکان ها ۱۰ تا ۲۰ % شیب توصیه می شود. در شیب حداکثر ۳۰ % نیاز به استفاده از زهوار و ابزارهای ضد فرسایش وجود دارد .



سیستم گسترده Extensive بام سبز



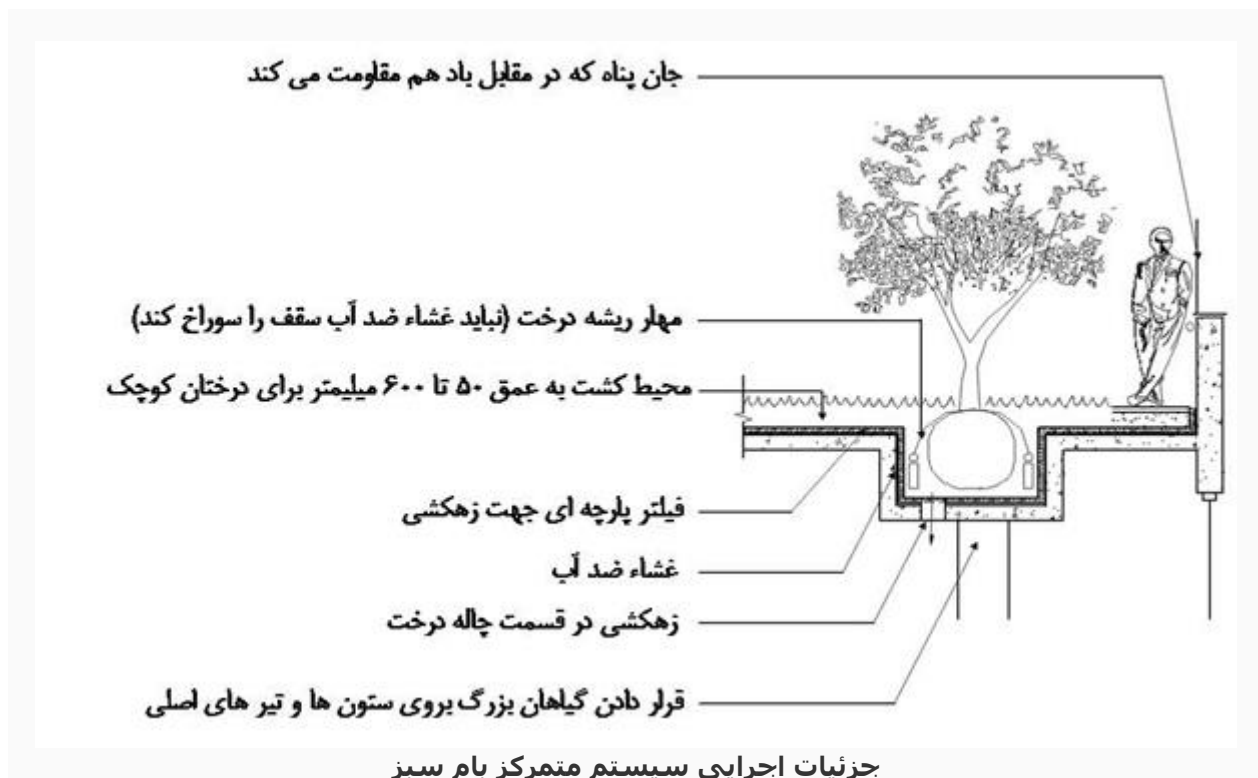
جزئیات اجرای سیستم گسترده Extensive

Intensive سیستم متمرکز

- این سیستم به نام مقطع عمیق یا باغ بام نیز شناخته می شود -
- این نوع از بام سبز شامل انواع مختلفی از گیاهان می باشد و مشابه یک پارک طراحی می شود -
- برخی از بامهای سبز دارای درختان بزرگ و آبناهایی می باشند که این موضوع خود احتیاج به تقویت اساسی -
- سازه دارد.
- این سیستم اغلب نیازهای سازه ای جدیدی را برای بام الزامی می کند، به ویژه برای بام هایی که دسترسی -
- عمومی نیز داشته باشد.
- (یا باغ بام استفاده می شود. (سایت Roof Garden برای سیستم متمرکز واژه -



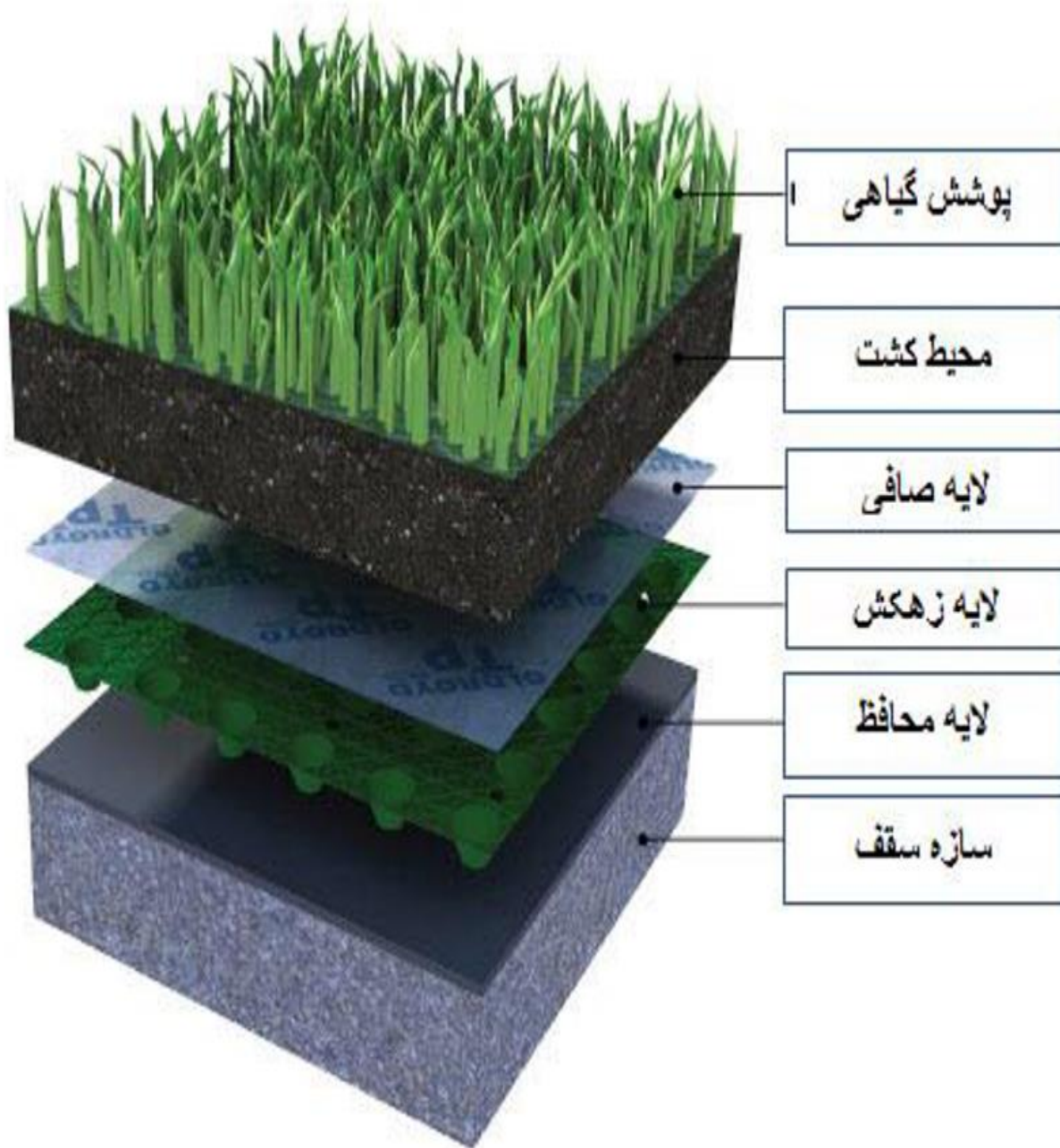
باغ بام (Intensive سیستم متمرکز)



راه کارهای اجرای بام سبز

یکشنبه، ۱۹ مهر ۱۳۹۴، ۱۲:۴۷ ب.ظ

به دلیل رقابتی بودن بازار اجرای **بام سبز** در کشور های مختلف، نحوه ی اجرا و جزئیات **بام سبز** بسیار متنوع است. اما به طور کلی **بام های سبز** از ۶ لایه ی اصلی تشکیل می شوند.



عایق رطوبتی:

به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت از لایه های بالایی **بام سبز**، سطح روی سقف باید به خوبی عایق بندی شود. **بام های سبز** با هر گونه عایق رطوبتی قابل اجرا هستند و انتخاب نوع عایق برای ما محدودیت ایجاد نمی کند. اما باید به مواردی از جمله هزینه اجرا، طول عمر عایق و مسائل زیست محیطی توجه داشت. در کشور ما

عایق قیر و گونی و عایق ایزوگام پر استفاده ترین عایق های رطوبتی هستند که برای احداث **بام سبز** مناسب هستند.

عایق رطوبتی ژئوممبران PVC :

برای عایق کاری سطح بام از ورق ژئوممبران پی وی سی استفاده می شود. از عمده ترین مزایای استفاده از ورق پی وی سی می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- استحکام مکانیکی
- پایداری در برابر شرایط محیطی
- سهولت در شکل گیری
- استحکام برش و ازدیاد طول عالی
- مقاومت در برابر سایش
- مقاومت بسیار خوب در برابر نفوذپذیری
- قابلیت جوش کاری بسیار بالا
- خاصیت اشتعال پایین (خود خاموش شونده)

مشخصات فنی ورق پی وی سی

شرایط	واحد	مقدار	روش آزمون	آزمون		
دمای ۲۴°C	mm	۲/۰۳±۰.۱		ضخامت		
دمای ۲۵/۹۰°C رطوبت ۳۰٪	gr/cm ³	۱/۳۶	ASTM D 1505	دانسیته		
T=23°C Humidity=50% Rate=50mm/min	Mpa	۷.۳	ASTM D638	MD	مدول کششی	
		۶.۸		TD		
	Mpa	۰.۲۸		MD	تنش تسلیم	
		۰.۳۶				TD
	%	-		MD	درصد افزایش طول در نقطه تسلیم	
		-				TD
	Mpa	۱۸.۲		MD	تنش در نقطه شکست	
		۱۵.۹				TD
	%	۷۷۹		MD	درصد افزایش طول در نقطه شکست	
		۷۵۹				TD
	روش A50	°C		۵۸.۳	ISO306	نقطه نرمی وایکت
	Shore A	-		۸۰	DIN 53505	سختی
(کمتر از ۲۰۰ باشد)	%	۲۹۴	SIA280	Uniaxial Tension		
(بدون ترک باشد)	-	بدون ترک		تا خوردگی در دمای ۲۰- درجه		
(کمتر از ۲٪ و بدون تاول باشد)	%	۰.۸۶٪/بدون تاول		اثر مخرب حرارت		
(حداکثر ۳٪ باشد)	%	۰.۵۶		رفتار در آب در یک ماه		
Class IV	-	Class IV		کلاس آتش		
Class I	-	Class I		کلاس دود		
باید FTB رخ دهد	-	FTB		مقاومت در نقطه جوش		

لایه ی محافظ:

به منظور محافظت از عایق ساختمان در برابر آسیب های وارده در هنگام نصب **بام سبز** و همچنین در هنگام کوددهی و یا در مقابل نفوذ ریشه های گیاهان باید به وسیله ی لایه ای محافظ روی عایق رطوبتی را پوشاند. این لایه ی محافظ می تواند یک روکش از جنس بتن سبک، ورقه ضخیم پلاستیک، ورق از جنس مس یا ترکیبی از این ها باشد اما توصیه می شود در هر منطقه از کشور از مصالحی که هزینه ی پایین تری دارد و بیشتر در دسترس است استفاده شود.

ژئوتکستایل:

لایه ای از جنس پلی استر و در گرماژهای مختلف که به عنوان محافظ ورق ژئوممبران کاربرد دارد.



Fabric Properties	Test method		40	50	60	70
Mechanical						
Polymer Type			PET	PET	PET	PET
وزن محصول	D-5261	gr/m ²	400	500	600	700
ضخامت	D-5199	mm	2.90	3.50	3.90	4.20
استحکام کششی	D-4632	N	1450	1690	2050	2500
ازدیاد طول	D-4632	%	>50	>50	>50	>50
پارگی هیدرولیکی	D-3786	Kpa	4450	5340	6375	7040
پارگی ذوزنقه ای	D-4533	N	595	700	790	1005
مقاومت سوراخ شدگی	D-4833	N	930	1100	1305	1410
استحکام در واحد عرض	D-4595	KN/m	23.1	28.1	32.4	35
مقاومت نسبت به UV	D-4355	%	>90	>90	>90	>90
Hydraulic						
میانگین قطر روزنه	D-4751	mm	0.15	0.15	0.12	0.10
سرعت گذر آب از سطح مقطع	D-4491	Sec	1.50	1.20	1.10	0.98
ضریب گذر آب	D-4491	cm/sec	0.25	0.25	0.32	0.32
سرعت جریان در واحد سطح	D-4491	L/m ² /sec	80	75	70	60

لایه ی زهکشی:

لایه ایست با حداقل ضخامت ۲۰ میلی متر که به منظور ذخیره آب حاصل از باران و آبیاری و انتقال آب اضافه به سیستم فاضلاب ساختمان به لایه ی محافظ و محیط کاشت قرار می گیرد. در ساده ترین حالت این لایه از لایه ی خاک یا شن و ماسه تشکیل شده است. اما در سیستم های پیچیده تر از مواد ماندنی پروپیلن استفاده

می کنند که خاصیتی اسفنج مانند دارد و می تواند آب را برای مدت زیادی در خود نگه دارد. روش پر کاربرد دیگر استفاده از شیت های پلاستیکی است که شکلی شبیه شانه ی تخم مرغ دارند و آب را در حفره های فنجان مانند خود ذخیره و آب اضافی را زهکشی می کنند. همچنین از جمله موتد در دسترس و با کارایی بالا تکه های فوم بازیافتی از صندلی خودروهاست. گراول یا همان شن های نخودی هم برای استفاده در لایه ی زهکش مناسب هستند اما به دلیل متخلخل نبودن قابلیت نگهداری آب برای طولانی مدت را ندارند.



لایه صافی یا فیلتر:

در بین محیط کشت و لایه زهکش فیلتری قرار دارد که رطوبت را از محیط ریشه ها دور می کند و مانع از گندیدگی ریشه ها می شود. در عین حال لایه جداکننده ی خاک و زهکش بوده و به عنوان فیلتر این نقش را دارد که ذرات خاک، زهکش را مسدود نکنند.

از سری محصولات ژئوسینتیک ها، ژئوتکستایل نبافته از جنس پلی پروپیلن با گرماژ کم می تواند این نقش را به خوبی ایفا کند.

محیط کشت:

لایه ای است که گیاه در آن کاشته می شود و شرایط رشد گیاه را فراهم می کند. در ساده ترین حالت محیط کشت عبارتست از لایه ای خاک کود دهی شده. اما در انواع پیچیده تر این لایه از مواد معدنی مانند پشم سنگ به همراه مواد مغذی برای رشد گیاه تشکیل شده است توصیه می شود در صورت استفاده از لایه ی خاک، سعی بر آن باشد که نوع خاک با توجه به نوع گیاهان مورد نظر برای کاشت انتخاب شود. نکته مهم دیگر مسئله مقابله با فرسایش خاک به وسیله ی **آبیاری** و آب باران است. بدین منظور می توان خاک مورد نظر را با مقداری شن و ماسه مخلوط کرد تا از شسته شدن خاک جلوگیری به عمل آید.

پوشش گیاهی:

به طور کلی سه عامل مکانی، اجتماعی و اقتصادی در انتخاب گونه های مناسب دخیل اند. لازم است که گیاهان مناسب هر اقلیمی انتخاب شود، خواه شرایط آن بصورت دوره ای خیلی خشک، خیلی گرم، خیلی سرد یا خیلی متغیر باشد. مهمترین مسئله در بام گسترده دامنه مقاومتی پوشش گیاهی آن است. چرا که شرایط خشک در بیشتر اقلیم ها حاکم بر این نوع بام ها است. گیاهان شاداب گیاهانی هستند که در بافت های خود به مدت طولانی آب را ذخیره می کنند از جمله این گیاهان سدوم و تعداد کمی از گیاهان خانواده کراکسولاسیا می باشند. تعداد کمی از گونه های سدوم مناسب برای **بام سبز** وجود دارد که دارای رنگ های مختلف و الگوهای رشد متفاوتند. در ترکیب با خزه رایج ترین جمعیت گیاهی بکار رفته در بام های گسترده می باشند. در نقاطی از جهان که سدوم به طور طبیعی وجود ندارد توسعه بازار **بام سبز** به مبارزه ای بین گونه های مقاوم متناسب با اقلیم محلی و سنت های بومی بدل شده است.

با در نظر گرفتن این عوامل باید گونه هایی انتخاب شوند که:

الف) گونه هایی با نیاز آبی پایین: با توجه به شرایط اقلیمی کشور ما که بیش از دو سوم از مساحت کشور در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارد و مسئله خشک سالی که سال هاست گریبانگیر تقریبا تمام نقاط کشور

شده است، که مقاومت در برابر خشکی یک فاکتور اصلی در انتخاب گیاه است به علاوه نیاز پایین گیاه هزینه های نگهداری را کاهش می دهد و در مصرف آب صرفه جویی میکند.

ب) گونه های گیاهی با طول عمر دراز: هزینه نگهداری رابطه ی مستقیمی با طول عمر گیاه دارد. گیاهان با طول عمر کم هزینه ی نگهداری و تعویض پوشش گیاهی را افزایش می دهد. به همین سبب انتخاب گونه های گیاهی گران تر با طول عمر بالاتر نسبت به گیاهان ارزان با طول عمر کم ارجحیت دارد.

ج) گیاهان با توقع پایین: هرچه گیاه کم توقع تر باشد و با اقلیم منطقه سازگارتر باشد بازدهی **بام سبز** افزایش می یابد. به همین دلیل انتخاب گونه های بومی منطقه به دلیل سازگاری بالا با محیط و نیاز کم به نگهداری، **آبیاری**، کوددهی و هرس در اولویت قرار دارند.

علاوه بر فاکتورهای ذکر شده باید توجه داشت که گونه هایی انتخاب شوند که آلرژی زا نباشند و تولید ضایعات و ترشحات کمتری دارند.