

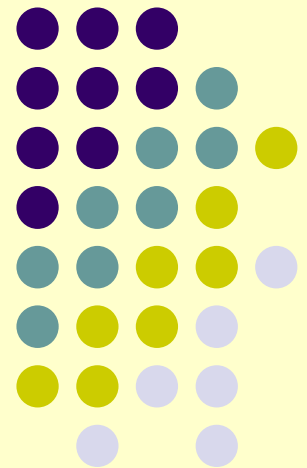
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
دانشکده مهندسی و علم مواد

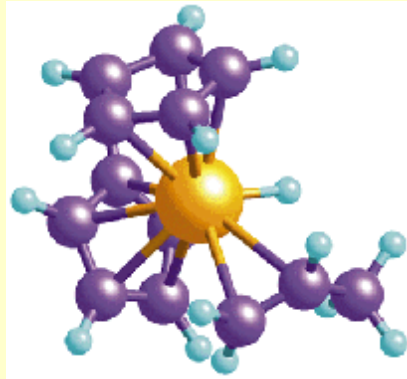


# پلیمرهای پیشرفته

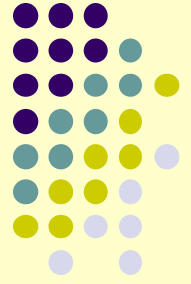
جلسه دوم  
(مقدمه ای بر پلیمرها)

دکتر رضا اسلامی فارسانی





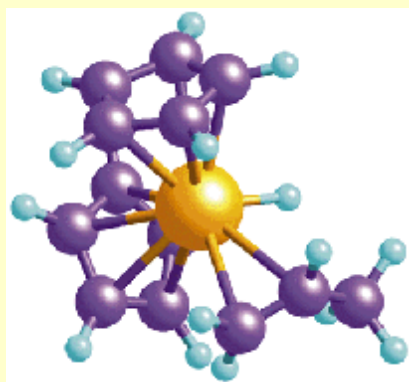
## تعریف پلیمر



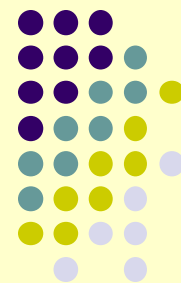
واژه پلیمر (POLYMER) از کلمات یونانی POLY به معنی بسیار (زیاد) و MEROS یا MER به معنی قسمت (واحد یا قطعه یا تکه یا پاره) اقتباس شده است.

واژه کلمه پلیمر اولین بار توسط برزلیوس در سال 1832 م. بکار رفت.

واژه در فارسی، از کلمه “بسیار” به عنوان معادل پلیمر استفاده می شود.



## تعریف پلیمر

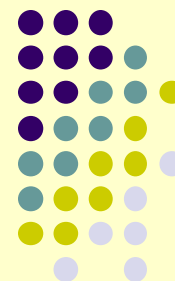


**U** پلیمرها، ترکیباتی با جرم مولکولی زیاد هستند که از تکرار مولکول کوچکی به نام **مونومر** (تک پار) تشکیل می شوند. این مونومرها با اتصال به یکدیگر توسط پیوندهای شیمیایی به مولکول های بزرگی به صورت زنجیرهای مولکولی طویل تبدیل شده اند.

**U** واکنشی که طی آن اتصال مونومرها به هم انجام می شود، پلیمریزه شدن (**پلیمریزاسیون** یا **بسپارش**) است. در یک مولکول پلیمر، صدها، هزاران، دهها هزار و حتی تعداد زیادتری از مولکول ها را می توان یافت که به هم متصل شده و زنجیرهای خطی (با یا بدون شاخه) یا شبکه سه بعدی را تشکیل می دهند.



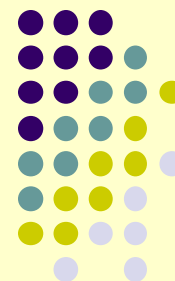
## تعریف منومر



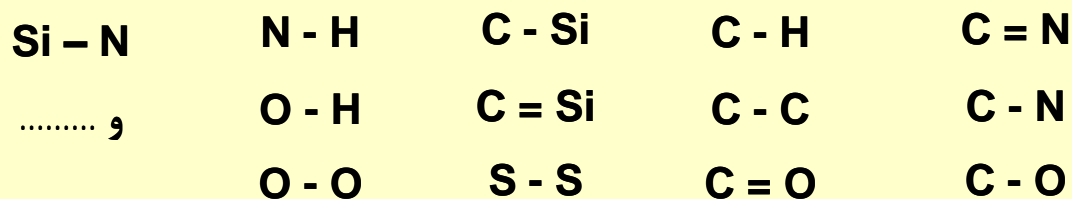
**نا منومر:** مولکول کوچکی است که کوچکترین عضو تشکیل دهنده یک زنجیره مولکولی می باشد. منومر، تا حدی مشابه سلول واحد در فلزات است. کوچکترین جزء ساختمانی است که در پلیمرها تکرار می شود و زنجیر مولکولی را ایجاد می کند. در مواردی منومرها در اثر واکنش تغییر می کنند، لذا در برخی پلیمرها در نهایت جزء ساختاری تکرار شونده و تشکیل دهنده زنجیرها، منومرهای اولیه نیست، بلکه منومرهای حاصل از واکنش است.



## تعریف منومر

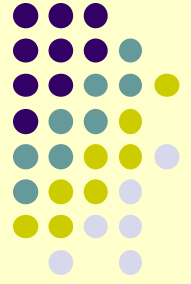


نامنومر عموماً دارای اسکلت کربن است که با کربن و سایر عناصر (نظیر هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، کلر، گوگرد، فسفر، فلئور، سیلیسیم و ...) پیوندهای مختلفی برقرار می کند نظیر:





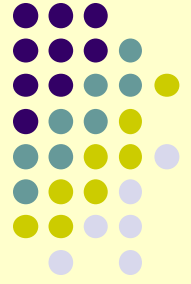
## تاریخچه صنعت پلیمر



نصنعت پلیمر با تولید لاستیک توسط گودیر در سال 1839 م. و سپس در سال 1868 م. با تولید سلولوئید توسط جان وزلی هیت (John Vesley Hyat) آغاز شد. نا از اولین وسایلی که با سلولوئید ساخته شد، شانه، برس و توپ بیلبارد بود. نا اولین پلاستیک طبیعی که در آمریکا مورد استفاده قرار گرفت، کراتین (Keratin) بود، نا نخستین پلیمر کاملاً سنتزی که در مقیاس تجاری تولید شد و باعث تحول در صنعت پلیمر شد، رزین فنل فرمالدهید بود که در سال 1909 م. توسط دانشمند بلژیکی به نام لئو باکلند تولید شد و نام تجاری باکالیت (Baklit) روی آن نهاده شد. مهمترین کاربردهای آن هم اکنون ساخت سوئیچ های الکتریکی و پریزهای برق می باشد. نا در سال 1930 م. نیز پلی اتیلن، یکی از پرمصرف ترین پلیمرها، توسط محققان کمپانی ICI انگلیس ساخته شد.



## جایگاه پلیمر در مواد



**ن ماده:** هر آنچه جرم دارد و فضا را اشغال می کند.

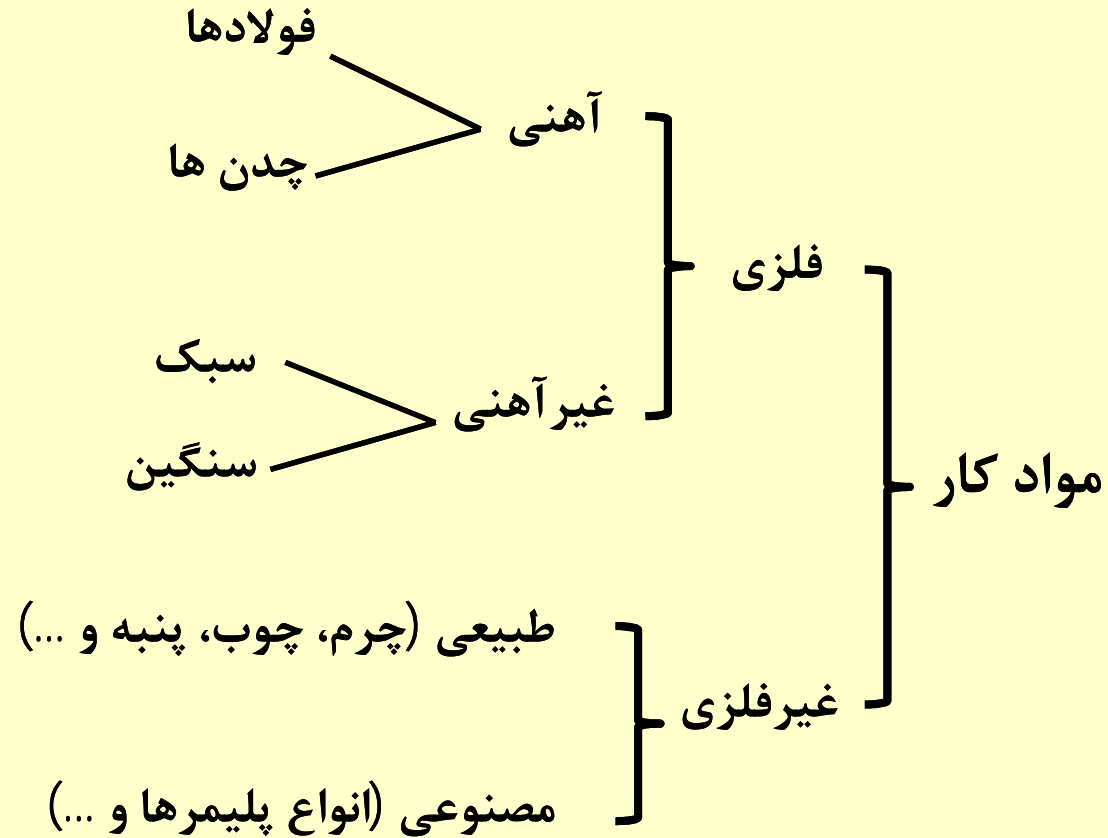
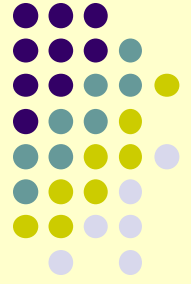
**ن عنصر:** ماده ای که به مواد ساده تر از خود تجزیه نشده و تمام اتم های آن دارای عدد اتمی (تعداد پروتون های) یکسانی می باشند.

معدنی }  
طبقه بندی مواد }  
آلی: پلیمر (لاستیک ها و پلاستیک ها) و ... }



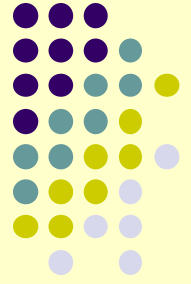


# جایگاه پلیمر در مواد

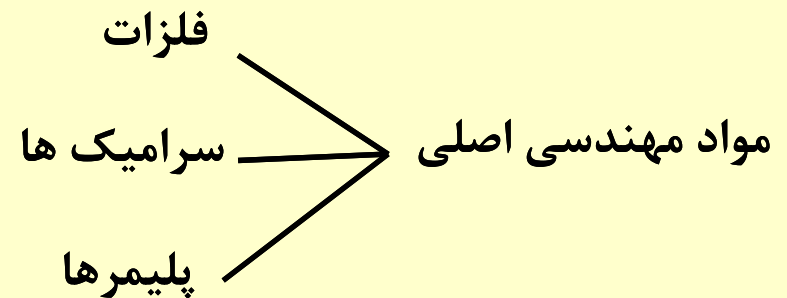




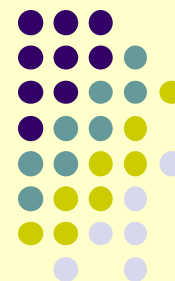
## جایگاه پلیمر در مواد



**مواد مهندسی:** موادی هستند که در مقابل اعمال بار و یا در مقابل تغییر شکل ناشی از نیرو مقاومت نشان می دهند.



سایر مواد مهندسی نظیر کامپوزیت ها، مواد هوشمند، سرامت ها و ... از تلفیق دو یا سه گانه مواد مهندسی اصلی حاصل می شوند.

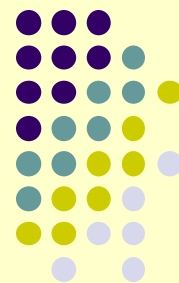


## مقایسه پلیمر - فلز - سرامیک

نام ماده	نوع پیوند	ساختار	مزایا	معایب
فلزات	فلزی	دانه های بلوری	سفتی، استحکام، هدایت، شکل پذیری	شکست، خستگی
سرامیک ها	کووالانسی و یونی	دانه های بلوری و آمورف	سفتی، سختی، استحکام، مقاومت به حرارت و خوردگی	تردی و عدم شکل پذیری
پلیمرها	کووالانسی و ثانویه	زنجیره های مولکولی (بلوری، نیمه بلوری و آمورف)	سبکی، مقاومت به خوردگی	استحکام و سفتی کم، نقطه ذوب کم، خزش



## تعاریف مرتبط با پلیمر

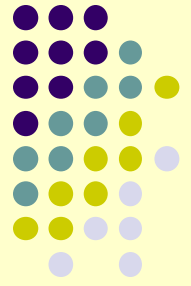


**ن ا لیگومر:** زنجیره مولکولی با تعداد نسبتاً کمی واحد منومری است که جرم مولکولی بسیار کمی داشته و کاربری ندارد. الیگومر حالتی بین منومر و پلیمر است.

**ن ا ماکرومولکول:** پلیمر را در مواردی، درشت مولکول (ماکرومولکول) نیز می نامند که کاملاً درست نیست. چون درشت مولکول ها از مولکول های بزرگ با ساختمان پیچیده تشکیل می شوند، اما پلیمرها از مولکول های بزرگ متشکل از تکرار واحدهای شیمیایی کوچک و ساده (منومر) که با پیوند کووالانسی به هم متصل شده اند، بدست می آیند.

**ن ا باقیمانده منومر:** در مواردی صحیح تر آن است که بگوییم واحد ساختمانی یا تکرار شونده در زنجیر یا مولکول پلیمر، باقیمانده منومر است. چون در حین انجام برخی از فرآیندهای پلیمریزاسیون اتم هایی از این واحد ساده حذف می شوند.

## نامگذاری پلیمرها

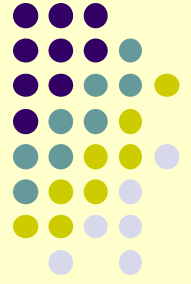


نا بسیاری از پلیمرها هم دارای نام معمولی و هم دارای نام بر پایه ساختارشان هستند. نامگذاری بر پایه ساختار بوسیله سازمان بین المللی شیمی محض و کاربردی (International Union of Pure and Applied Chemistry) که به اختصار **IUPAC** نامیده می شود. پایه گذاری شده است. به عنوان مثال، الیاف اکریلیک دارای نام بر پایه ساختاری نیز هست که الیاف پلی اکریلونیتریل است. بعضی از پلیمرها بوسیله علامت اختصاری شان (واژه ای شامل حروف اول چند واژه) شناخته می شوند (نظیر **PAN**).

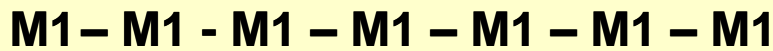
نا بعضی از شرکت های تولید کننده مواد پلیمری، نام های تجاری را برای تولیدات پلیمری خاصی که خود تولید کرده اند تعریف می کنند. برای مثال پلی استر فرترل (**FortreL@polyester**) شامل الیاف پلی اتیلن ترفتالات (**PET**) است. البته در حال حاضر معمولاً هنوز پلیمرها نامگذاری سنتی دارند نظیر پلی استر، نایلون و ...



## نامگذاری پلیمرها



ن اگر برای تشکیل مولکول پلیمر تنها یک نوع منومر بکار رود، پلیمر حاصل را **هموپلیمر (Homo-polymer)** می نامند.



ن اگر زنجیره های پلیمری مرکب از دو نوع واحد منومری متفاوت باشند، پلیمر حاصل را **کوپلیمر (Co-polymer)** می نامند.

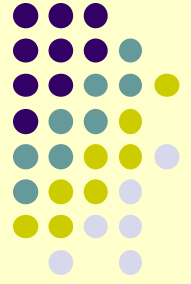
ن اگر زنجیره های پلیمری مرکب از سه نوع واحد منومری متفاوت باشند، پلیمر حاصل را **ترپلیمر (Ter-polymer)** می نامند.

- حضور واحد های مختلف منومری می تواند خواص را بهبود دهد و حتی فرآیند شکل دهی را تسهیل نماید. البته در مواردی برخی خواص را نیز کاهش می دهند.

- عموماً برای پلیمرهای با یک نوع پلیمر، کلمه "پلی" به نام منومر اضافه می شود، نظیر پلی



## حالت های کوپلیمریزاسیون



M1 – M2 – M2 – M1 – M2 – M1 – M1

ن ا اتفاقی (Random)

M1 – M2 – M1 – M2 – M1 – M2 – M1

ن ا تناوبی (Alternative)

M1 – M1 – M1 – M2 – M2 – M2

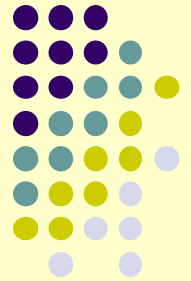
ن ا دسته ای یا قطعه ای (Block)

M1 – M1 – M1 – M1 – M1 – M1

ن ا پیوندی یا شاخه ای (Graft)

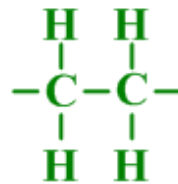
        |        |  
      M2    M2  
      |        |  
      M2    M2

## مثال هایی از مونومرهای پرمصرف

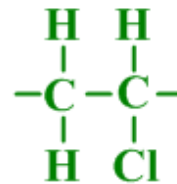


### Monomer structures of different polymers

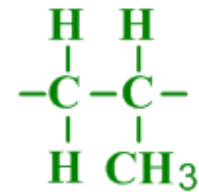
Polyethylene(PE)



Polyvinyl chloride (PVC)



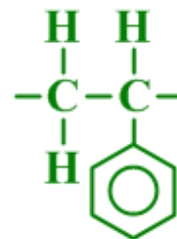
Polypropylene(PP)



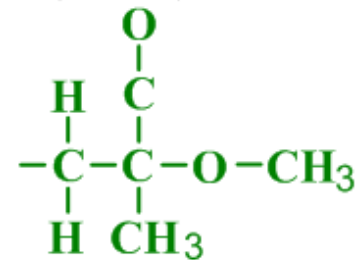
Polytetrafluoroethylene (PTFE)



Polystyrene (PS)

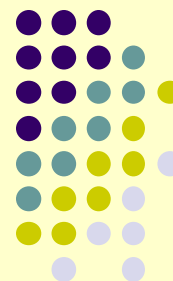


Polymethyl methacrylate (PMMA)



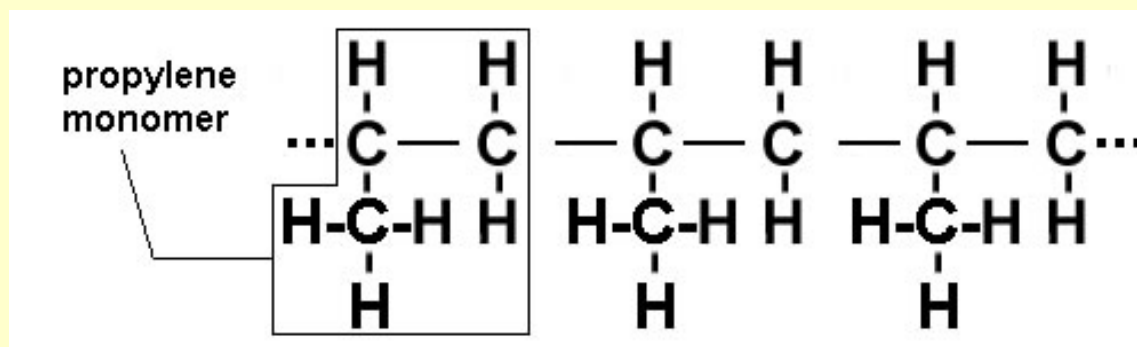
[www.substech.com](http://www.substech.com)



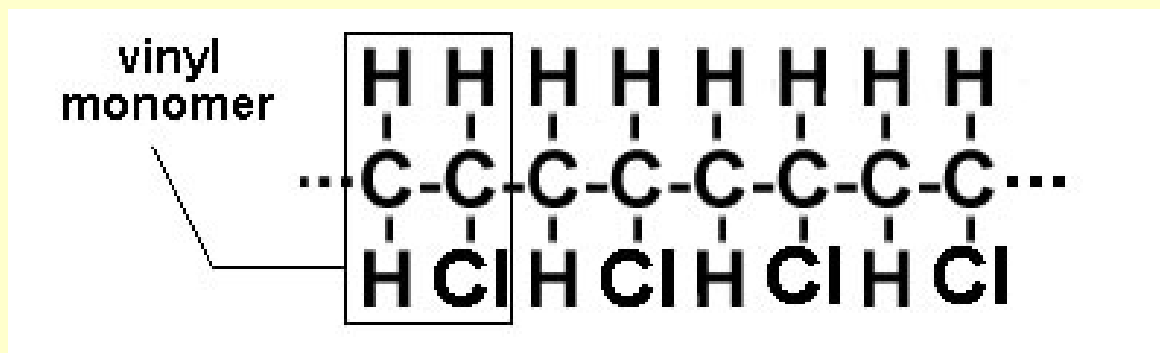


## مثال هایی از منومرها و پلیمرها

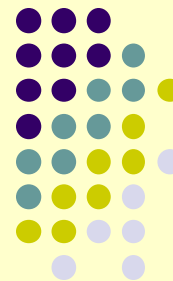
### منومر پروپیلن و پلیمر پلی پروپیلن



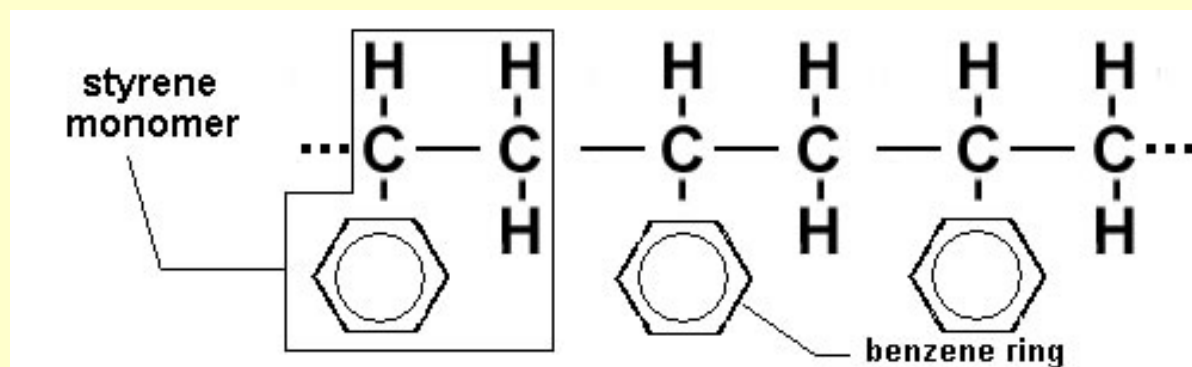
### منومر وینیل و پلیمر پلی وینیل



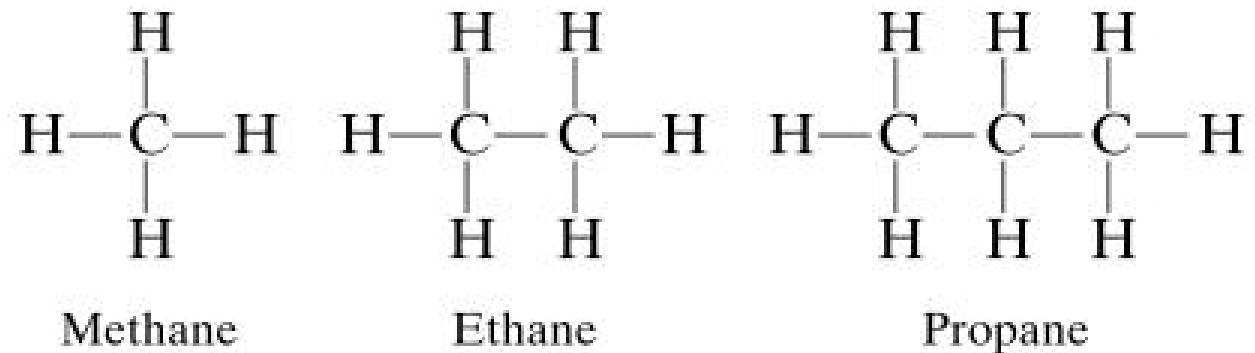
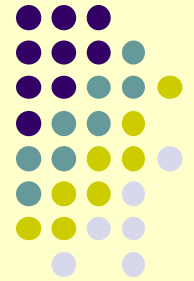
## مثال هایی از منومرها و پلیمرها



### منومر استیرن و پلیمر پلی استیرن



## مراحل تشکیل پلیمر از مولکول های کوچک تا مولکول های بزرگ



These compounds have the general structure

