

اصل هاردی- واینبرگ :

در سال ۱۹۰۸ هاردی و واینبرگ هر کدام جداگانه نتایجی از قوانین مندل بدست آوردند که اساس ژنتیک تکاملی و ژنتیک جمعیت ها شد . هاردی ریاضیدان انگلیسی، واینبرگ پزشک آلمانی که مستقل از یکدیگر درحال کاربرد قوانین جبر و احتمال برای محاسبه فراوانی ژنوتیپ ها بودند پی بردند که در جمعیت های بزرگ که در آن ها آمیزش ها به صورت تصادفی صورت می گیرد نسبت الل های غالب به مغلوب و نیز نسبت فراوانی افراد خالص به ناخالص درنسل های پی درپی ثابت است و تغییر نمی کند مگر آن که جمعیت تحت فشار نیرو و یا نیروهای تغییر دهنده قرار گیرد که به نفع یا به زیان ماندگاری یک یا چند الل خاص عمل می کنند به این امر اصل هاردی واینبرگ می گویند.

اگر در جمعیتی در رابطه با ژن خاصی افراد هموزیگوت بارز و هموزیگوت نهفته با هم آمیزش کنند . هتروزیگوت ها را ایجاد می کنند . در صورتی که مواد زیر به این جمعیت ها تحمیل نشود ، جمعیت از نظر ژنوتیپی ۳ نوع می شود :

۱- هموزیگوت خالص (بارز خالص)

۲- هتروزیگوت

۳- هموزیگوت نهفته

که از نظر تعداد در جمعیت همواره هتروزیگوت ها برترین خواهند بود .

مثال: اگر الل غالب یک ژن مرگ آور باشد فراوانی این الل به علت غالب بودن افزایش نمی یابد بلکه برعکس به علت مرگ آور بودن رو به کاهش می گذارد. چون افراد غالب بیشتر در معرض مرگ ، قبل از تولید مثل قرار دارند.

مثال:

مرحله اول: در یک جمعیت صد تایی مگس سرکه در آزمایشگاه دو نوع مگس سرکه وجود دارد ، نوع عادی که بدن خاکستری دارد و نوع جهش یافته که بدن آن سیاه رنگ است . الل رنگ سیاه بدن (g) مغلوب است . فراوانی ژنوتیپ های این جمعیت چنین است :

چون مگس سرکه جاندار دیپلوئید است پس هر فرد دو الل مربوط به رنگ بدن دارد بنابر این تعداد الل های این جمعیت ۱۰۰ نفری که مربوط به رنگ پوست هستند ۲۰۰ است :

فراوانی نسبی هر يك از الل های G و g در این جمعیت به صورت زیر محاسبه می شود .

چون معمولاً فراوانی نسبی الل ها را با اعداد اعشاری نشان می دهند می توان نسبت های فوق را به این صورت نشان داد. فراوانی نسبی G و g در این جمعیت به ترتیب ۰/۸ و ۰/۲ است.

مرحله دوم: فراوانی گامت هایی که توسط این جمعیت تولید می شود به صورت زیر است.

$$G = 0.8$$

$$g = 0.2$$

اگر برای محاسبه ی نتایج آمیزش بین گامت ها ی افراد این جمعیت از مربع پانت استفاده می کنیم حاصل چنین است :

بنابراین فراوانی الل های G و g در جمعیت نسل اول مساوی با فراوانی این الل ها در جمعیت مادر است . همانگونه که ملاحظه می شود مطابق اصل هاردی – واینبرگ چون این جمعیت تحت هیچ نیرویی انتخاب کننده و متحول سازنده ای قرار نداشته فراوانی اللها در دونسل تغییری نکرده است

عواملی که سبب به هم خوردن تعادل هاردی- واینبرگ می شوند را می توان نیروهای تغییر دهنده گونه ها نامید این عوامل عبارتند از :

۱- نسبت آلل های غالب به مغلوب و نیز نسبت فراوانی افراد خالص به ناخالص در نسل های متوالی ثابت است و تغییر نمی کند(مشروط به این که جمعیت مذکور به اندازه کافی بزرگ باشد).

۲- آمیزش افراد به طور اتفاقی صورت گرفته باشد.

۳- انتخاب طبیعی یا هر نوع عامل تغییر دهنده فراوانی ژن در جمعیت مذکور وجود نداشته باشد.

۴- شانس بقا و تولید مثل برای همه افراد آن یکسان باشد.

۵- ورود به جمعیت از طریق مهاجرت انجام نگیرد.

در چنین شرایطی این جمعیت به عنوان یک جمعیت بسته (Closed population) نامیده می شود.

در بسیاری از جمعیت ها دو الل هر ژن با توجه به نسبت الل مغلوب خالص q^2 محاسبه می شود ؛ چون ژنوتیپ این نوع فنوتیپ را می توان با اطمینان تشخیص داد، اگر فقط بدانیم کدام فنوتیپ غالب است، می توانیم q^2 را بدست بیاوریم (یک منهای فراوانی فنوتیپ غالب) برای حل مسایل مربوط به اصل هاردی – واینبرگ مراحل زیرتوصیه می شود:

به یاد داشته باشید که در همه ی محاسبات باید نسبت را در نظر گرفت، نه درصد را.

۱- نخست توجه کنید چه اطلاعاتی راجع به جمعیت مورد نظر در اختیار شما قرار می گیرد. در بسیاری از موارد، درصد فراوانی فنوتیپ مغلوب خالص q^2 یا غالب $p^2 + 2pq$ در اختیار ما قرار می گیرد.

2- سپس مقدار p یا q را به دست آورید. در این صورت با استفاده از معادله ی مربوط و محاسبه ای ساده، سایر مقادیر را بدست آورید.

۳- از q^2 جذر بگیرید تا q بدست آید.

۴- مقدار q را از عدد ۱ کم کنید تا p به دست آید یعنی $(p = 1 - q)$

۵- p^2 را با ضرب کردن آن در خودش به دست آورید.

۶- $2pq$ را به دست آورید.

۷- کنترل کنید که $p^2 + 2pq + q^2$ مساوی با یک باشد.